

Radiodiagnostic

J.-P. MONNIER
et collaborateurs

Préface du Pr. H. Fischgold

3^e ÉDITION

MASSON 

LISTE DES COLLABORATEURS DE LA TROISIÈME ÉDITION

- AFFRE (J.), Ancien Chef de Clinique, Service de Radiologie, Hôpital Tenon. Paris.
- BOUSKELA (R.), Attaché-Consultant des Hôpitaux de Paris.
- CHEVROT (A.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital Cochin, Paris.
- COUSSEMENT (A.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital de Cimiez, Nice.
- KATZ (M.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital Lariboisière, Paris.
- MONNIER (J.-P.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital St-Antoine, Paris.
- ROULEAU (Ph.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie Adultes, C.H.U. de Tours.
- TABOURY (J.), Attaché des Hôpitaux, Service de Radiologie, Hôpital Saint-Antoine, Paris.
- THÉRON (J.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Neuroradiologie, C.H.U. de Caen.
- TUBIANA (J.-M.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital St-Antoine, Paris.
- VASILE (N.), Maître de Conférences Agrégé, Service de Radiologie, Hôpital Henri-Mondor. Créteil.

SCIENCE
BIBLIOTHÈQUE

RADIODIAGNOSTIC

Jean-Pierre MONNIER

J. AFFRE, R. BOUSKELA, A. CHEVROT,
A. COUSSEMENT, M. KATZ, Ph. ROULEAU,
J. TABOURY, J. THÉRON,
J. M. TUBIANA, N. VASILE.

Secrétaire de rédaction :
A. MONNIER

Troisième édition entièrement refondue

MASSON 

Paris New York Barcelone Milan
Mexico Sao Paulo
1984

Cet ouvrage a été traduit :

- en espagnol (Toray-Masson, 1979)
- en italien (Masson Italia editori, 1980)
- en portugais (Masson do Brasil 1982)

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© *Masson, Paris, 1977, 1983.*

ISBN : 2-225-78397-7.

MASSON S.A.	120, bd Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06
MASSON PUBLISHING USA Inc.	58 East 133th Street, New York, N.Y. 10022
MASSON S.A.	Balmes 151, Barcelona 8
MASSON ITALIA EDITORI S.p.A.	Via Giovanni Pascoli 55, 20133 Milano
MASSON EDITORES	Dakota 383, Colonia Napoles, Mexico 18 DF
EDITORIA MASSON DO BRASIL Ltda	Rua Dr Cesario Motta Jr, 61, 01221 Sao Paulo S.P.

PRÉFACE À LA TROISIÈME ÉDITION

La préface de la 1^{re} édition réalisée en 1976 par notre regretté maître H. Fischgold reste toujours valable.

Le succès de cet Abrégé dont il a été l'un des promoteurs ne se dément pas.

Des éditions italienne, espagnole et plus récemment portugaise ont été réalisées, le succès de l'Abrégé de Radiodiagnostic est ainsi devenu international.

Il existe également deux collections qui permettent de compléter et d'approfondir les éléments de base contenus dans l'Abrégé :

- les *ABC de radiodiagnostic* où les différentes spécialités sont abordées selon la même méthode didactique (nombreux schémas, texte bref et cependant complet traitant tous les chapitres de la spécialité : neuroradiologie, radiologie thoracique, urinaire... sont ainsi développés) ;

- les *Cahiers de Radiologie*, qui sont en fait dix petits atlas, illustrant par des clichés commentés et annotés de façon très précise les grandes spécialités de la Radiologie.

Ce nouvel Abrégé a été complètement refondu pour intégrer toutes les nouvelles technologies (échographie, scanner...) qui ont modifié les stratégies diagnostiques dans de nombreux domaines.

Grâce à J.-P. Monnier qui a su s'entourer d'une excellente équipe, cette nouvelle édition qui intéresse avant tout les étudiants en Médecine ou en Spécialité mais aussi les médecins praticiens ou spécialistes, connaîtra un grand succès..

D. DOYON

AVERTISSEMENT

Les schémas de ce livre existent sous la forme de planches de diapositives. Les enseignants qui le désirent peuvent s'informer auprès du Département audio-visuel du C.H.U. St-Antoine (27, rue de Chaligny) 75012 Paris, sur les conditions d'obtention de ces planches.

PRÉFACE À LA PREMIÈRE ÉDITION

Cet ouvrage résume les connaissances de base du radiodiagnostic. J.-P. Monnier et son équipe n'ont voulu rédiger ni un catalogue, ni un dictionnaire, mais une *Initiation*, destinée à prendre d'autres développements. Il s'est entouré de collaborateurs jeunes et mobiles, vivant très près des étudiants. L'abrégé, destiné essentiellement aux étudiants, poursuit plusieurs objectifs :

- la connaissance élémentaire de la physique du radiodiagnostic ;
- la compréhension des images radiographiques ;
- une consultation sommaire, face au film vu sur négatoscope, nécessaire à tout praticien futur (l'examen « fenêtre » étant proscrit) ;
- une propédeutique de la sémiologie radiologique ;
- un outil de mémorisation et de répétition pour les *examens* et les *concours*.

La présentation des images utilise le schéma morphologique et lésionnel ; schémas qui reviennent à l'*archétype des formes radiologiques*, modèle sur lequel se greffent les changements typologiques, fonctionnels et nosologiques.

En radiologie, le schéma nécessite le trait suggestif, doublé par l'intelligence de la forme. C'est le début de l'interprétation. Les dessins de Madame Trocquet se prêtent très bien à cette interprétation.

Dans le cadre de ces motivations, le lecteur assiste à un survol du radiodiagnostic récent, plus qu'à l'approfondissement des techniques spécialisées (radio-pédiatrie, cardio-vasculaire, neuro-radiologie).

Ce qui intéresse J.-P. Monnier et son équipe, ce sont les nouvelles données techniques et radio-sémiologiques dans les explorations *courantes* comme le thorax, le tube digestif et le système ostéo-articulaire, etc.

L'enseignement de la radiologie, dans ce dernier quart de siècle, progresse sur des voies propres à chaque centre hospitalier. Cet abrégé, mûri dans le Service central de Radiologie de l'Hôpital Saint-Antoine de Paris, prolonge les efforts pédagogiques de P. Porcher et l'organisation d'E. Chérigé ; l'équipe brillante et pleine d'élan, animée par J. Chalut, continue à creuser le sillon et à le fertiliser.

Les résultats seront jugés par les étudiants ; c'est avec eux que l'Abrégé sera perfectionné, innové et rajeuni. C'est aux utilisateurs d'apprécier si l'apprentissage des schémas et des formes, peut servir comme réceptacle à la sémiologie ultérieure visible sur films, avec l'échelle des gris, étalée entre le blanc et le noir ; en attendant la densitométrie par ordinateur.

Mais ceci nous mène vers les années 2000 !

H. FISCHGOLD.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE À LA TROISIÈME ÉDITION, par D. DOYON	V
PRÉFACE À LA PREMIÈRE ÉDITION, par H. FISCHGOLD	VI
<i>Chapitre 1. – GÉNÉRALITÉS</i>	1
<i>Chronologie du radiodiagnostic</i> , par H. FISCHGOLD	1
<i>Les bases de la technique radiologique</i> , par J.-P. MONNIER	5
La radiologie conventionnelle	5
Production des rayons X : le tube (5) ; Nature et propriétés des rayons X (6) ; L'enregistrement de l'image radiologique (8) ; Les qualités de l'image radiologique (10) ; Les différentes techniques radiologiques (11) ; La formation de l'image radiographique (14) ; Glossaire (27) ; Le risque radiologique (30) ; Prix approximatifs en francs des examens radiologiques les plus courants (34) ; Coût en France du matériel radiologique classique (34).	
Le scanner	35
Généralités (35) ; L'image obtenue au scanner (37) ; L'étude des images au scanner (37) ; Doses d'irradiation au scanner (40) ; Coût des appareils en France (40).	
La digitalisation de l'image télévisée	41
Généralités (41) ; L'angiographie par digitalisation de l'image (41).	
L'échotomographie	43
Propriétés des ultrasons (43).	
La résonance magnétique nucléaire	48
Principe (48) ; Applications principales (48).	
La radiologie interventionnelle	49
En pathologie vasculaire (49) ; En pathologie biliaire (49) ; En pathologie urologique (50) ; Les ponctions guidées (50).	
<i>Chapitre 2. – OS ET ARTICULATIONS</i> , par A. CHEVROT et M. KATZ	51
<i>Introduction à la sémilogie radiologique ostéo-articulaire</i>	51
Introduction à l'étude radiologique osseuse	51
Introduction à l'étude radiologique de la pathologie articulaire	59
<i>Généralités sur les fractures</i>	64
Les divers types de fractures	65
Causes d'erreurs. Pseudo-fractures	67
Évolution schématique d'une fracture	67
Troubles de consolidation	70
Autres complications	70
<i>Anatomie radiologique normale et traumatologie</i>	71
Membre supérieur	71
L'épaule (71) ; Le bras (74) ; Le coude (74) ; L'avant-bras (76) ; Le poignet (77) ; La main et les doigts (79).	
Membre inférieur	79
Le bassin et la hanche (79) ; La cuisse (84) ; le genou (84) ; La jambe (88) ; La cheville (89) ; Le pied (92).	
Le rachis	93
Incidences radiologiques (94) ; Les traumatismes du rachis (101).	
Côtes et sternum	103
Incidences radiologiques (103) ; Traumatismes (103).	

<i>La pathologie osseuse</i>	104
Les tumeurs des os	104
Caractères anatomiques généraux (104); Tumeurs bénignes des os (104); Tumeurs malignes primitives des os, ou ostéosarcomes (108); Cancer secondaire des os (112); Myélome multiple (maladie de Kahler) (114); Lésions osseuses de la maladie de Hodgkin (116).	
Les affections microbiennes de l'os et de l'articulation	116
Les ostéites (117); Les arthrites infectieuses ou septiques (119).	
Les déminéralisations osseuses	123
Les ostéopathies endocriniennes	126
Les ostéonécroses aseptiques	131
Les infarctus osseux (132); Les ostéonécroses aseptiques de l'adulte (132); L'ostéochondrite disséquante (134); Les ostéochondroses (134); Glissement épiphysaire fémoral supérieur (136).	
Les manifestations osseuses et articulaires des maladies sanguines	136
Lésions osseuses des anémies hémolytiques chroniques (137); Lésions osseuses des leucoses aiguës de l'enfant (138); Les lésions articulaires de l'hémophilie (139).	
Les ostéopathies de nature inconnue	139
Maladie de Paget (139); Dysplasie fibreuse (140); L'hyperostose frontale interne (143).	
L'ostéo-arthropathie hypertrophiante de Pierre-Marie	143
<i>La pathologie articulaire</i>	145
Les rhumatismes inflammatoires	145
Polyarthrite rhumatoïde (145); Spondylarthrite ankylosante (ou pelvispondylite rhumatismale) (148).	
L'arthrose	150
Généralités (150); L'arthrose de la hanche (coxarthrose) (152); L'arthrose du genou (gonarthrose) (153); L'arthrose de doigts (154); L'arthrose trapézo-métacarpienne (155); Les autres arthroses (155).	
Les arthropathies métaboliques	156
La goutte (156); La chondrocalcinose articulaire diffuse (158).	
Les arthropathies nerveuses	158
Les principales étiologies (159); Signes cliniques communs (160); Les signes radiologiques (160).	
Détérioration structurale des disques intervertébraux	160
Rappel anatomique et physiologique (161); Manifestations de la détérioration discale lombo-sacrée (162); Dorsarthrose (163); Cervicarthrose (165); Arthroses inter-apophysaires vertébrales (165).	
<i>La pathologie juxta-articulaire</i>	166
<i>Chapitre 3. – NEUROLOGIE, par J. THÉRON</i>	169
<i>Introduction</i>	169
<i>Étude radiologique standard et tomographique du crâne</i>	169
Incidences et radio-anatomie normale	169
Intérêt diagnostique des clichés standard	180

<i>Les angiographies cérébrales</i>	182
Techniques et radio-anatomie normale	182
Intérêt diagnostique des artériographies	190
Pathologie vasculaire intra-cérébrale (190).	
<i>Encéphalographie gazeuse et ventriculographie</i>	195
<i>Le scanner intra-crânien</i>	197
<i>Les explorations rachidiennes</i>	202
Les lésions osseuses	202
Les myélographies et les radiculographies	202
Le scanner rachidien	209
<i>Conduite pratique devant</i>	210
 <i>Chapitre 4. – POUMONS, par A. COUSSEMENT et J.-P. MONNIER</i>	213
<i>Techniques</i>	213
La radioscopie (213); La radiographie standard (213); La tomographie (215); Les doses d'irradiation (215); La bronchographie (216); L'angiographie (216); Le scanner (216); La scintigraphie pulmonaire (217).	
<i>Anatomie radiologique normale</i>	217
Les différentes structures visibles	217
La trachée et les bronches souches (217); Les scissures et la segmentation pulmonaire (218); Les vaisseaux pulmonaires (219); Le parenchyme pulmonaire (220); Le diaphragme (223); La paroi thoracique (223); Le médiastin (223).	
Analyse d'une radiographie pulmonaire	225
Cliché de face (225); L'analyse d'un cliché de profil (226); Les pièges en radiographie pulmonaire (227).	
<i>Sémiologie radiologique pulmonaire : les syndromes</i>	228
Le syndrome pariétal	228
Lésions des parties molles (228).	
Le syndrome pleural	230
Les opacités pleurales : épanchements liquidiens et les tumeurs (230); Hyperclartés pleurales : épanchement pleural gazeux ou pneumothorax (232); Calcifications pleurales (233).	
Le syndrome médiastinal	233
Les opacités médiastinales (234); Les hyperclartés médiastinales (235); Les calcifications (237).	
Le syndrome alvéolaire	238
Le syndrome interstitiel	239
Le syndrome bronchique	242
Le syndrome vasculaire	244
Le syndrome parenchymateux	245
En pratique	247
<i>Radiologie clinique</i>	248
Les pneumopathies infectieuses (248); Les bronchopathies (250); Les pneumonies d'inhalation (251); Les tumeurs (252); La	

pathologie vasculaire pulmonaire (252) ; Les maladies de système (253) ; Les affections rares (253) ; Les traumatismes pulmonaires (253).

Chapitre 5. – CŒUR ET VAISSEAUX, par N. VASILE et J.-P. MONNIER 255

L'exploration du cœur 255

Techniques d'exploration et anatomie radiologique normale 255

Les quatre incidences classiques (255) ; L'angiocardigraphie (261) ; L'échocardiographie (261) ; Le scanner (261).

Sémiologie radiologique 262

Les augmentations de volume des cavités cardiaques (262) ; Les cardiomégalies globales (264) ; La pathologie aortique (265) ; Les modifications de l'artère pulmonaire (266) ; Les calcifications cardiaques (266).

Résultats de l'examen radiologique dans quelques cardiopathies acquises 267

Physiopathologie de la vascularisation pulmonaire au cours des cardiopathies (267) ; Les affections mitrales (268) ; La pathologie aortique (270).

Les cardiopathies congénitales 271

Classification (271) ; Sémiologie des cardiopathies congénitales les plus fréquentes (272).

Les explorations artérielles 276

Généralités 276

Les explorations les plus fréquentes 277

L'artériographie des membres inférieures (277) ; L'artériographie du membre supérieur (280) ; La coronarographie (281).

Sémiologie radiologique 282

Les affections les plus fréquentes 283

Les phlébographies 285

Généralités (285) ; La cavographie inférieure (285) ; La cavographie supérieure (286) ; Les phlébographies des membres inférieures (286) ; La phlébographie du membre supérieur (288).

Chapitre 6. – APPAREIL DIGESTIF, par J.-P. MONNIER et R. BOUSKELA 289

L'abdomen sans préparation 289

L'abdomen sans préparation de face en position couchée 289

Technique et incidence (289) ; Radio-anatomie normale (289) ; Sémiologie radiologique (291) ; Radiologie clinique (292).

Les clichés d'A.S.P. en cas « d'abdomen aigu » 294

Techniques et incidences (294) ; Sémiologie radiologique (295) ; Radiologie clinique (297).

Le pharynx et l'œsophage 302

Technique (302) ; Radio-anatomie normale (303) ; Sémiologie (304) ; Radiologie clinique (306).

L'estomac et le duodénum 308

Techniques radiologiques (308) ; Radio-anatomie normale (310) ; Sémiologie (313) ; Radiologie clinique (314).

<i>L'intestin grêle</i>	319
Techniques (319); Radio-anatomie normale (319); Sémiologie et radiologie clinique (319).	
<i>Le côlon</i>	320
Techniques (320); Radio-anatomie normale (320); Sémiologie (322); Radiologie clinique (324).	
<i>Les voies biliaires</i>	325
Techniques et radio-anatomie normale (325); Sémiologie (327); Radiologie clinique (330).	
<i>Les explorations pancréatiques</i>	331
Techniques (331); Anatomie radiologique (332).	
<i>Les explorations du foie et de la rate</i>	333
Techniques (333); Radio-anatomie et sémiologie (333); Radiologie clinique (335).	
<i>Chapitre 7. – APPAREIL URINAIRE, par J. AFFRE et PH. ROULEAU</i>	337
<i>Techniques et résultats normaux</i>	337
Le cliché sans préparation	337
Technique (337); Le plan d'analyse systématique (337).	
L'urographie intraveineuse	338
Indications (338); Contre-indications (338); Technique (339).	
Les explorations rétrogrades	343
L'urétrographie rétrograde (344); La cystographie rétrograde (344); Les autres explorations rétrogrades (344).	
L'échotomographie	345
Généralités (345); L'échographie a trois principales indications (345).	
Le scanner	346
Les explorations vasculaires	347
L'artériographie rénale (347); L'artériographie par digitalisation de l'image (348); La cavographie (348).	
La radiologie urinaire interventionnelle	348
Ponctions à visée diagnostique (348); Ponctions à visée thérapeutique (349); L'embolisation de l'artère rénale (349).	
<i>Sémiologie radiologique</i>	349
Les malformations congénitales (349); Les troubles fonctionnels (352); Les modifications de la forme et des contours du rein (353); Le syndrome tumoral (354); Le syndrome pseudo-tumoral (356); Les images d'addition (358); Les images lacunaires (360); Les syndromes obstructifs (363); Les gros reins (367); Les petits reins (368).	
<i>Les grands syndromes radiocliniques</i>	369
Les infections et parasitoses urinaires (369); Hématuries (371); Les lithiases (372); L'insuffisance rénale (372).	
<i>Les traumatismes du rein</i>	374

<i>Chapitre 8. — GYNÉCOLOGIE ET OBSTÉTRIQUE, par J. TABOURY et J.-M. TUBIANA</i>	377
<i>Gynécologie</i>	377
Le cliché sans préparation	377
L'échotomographie	377
L'hystérosalpingographie	378
Généralités (378); Technique de l'examen (378); Résultats normaux (379); Résultats pathologiques (380).	
Le scanner	382
Autres techniques	382
<i>La mammographie</i>	383
<i>Obstétrique</i>	383
L'échotomographie	383
La radiographie du contenu utérin	386
La radiopelvimétrie	386
<i>Chapitre 9. — PÉDIATRIE, par A. COUSSEMENT</i>	387
<i>Le squelette</i>	387
La croissance et la maturation osseuse (387); L'hypothyroïde (myxœdème congénital) (388); Le rachitisme (389); Les lésions traumatiques particulières à l'enfant (390); La luxation congénitale de la hanche (393).	
<i>La radiologie digestive du nourrisson</i>	396
L'atrésie de l'œsophage (396); Les occlusions néo-natales (396); Le nourrisson vomisseur (398); L'invagination intestinale aiguë (399).	
<i>Les tumeurs abdominales de l'enfant</i>	400
<i>Les infections urinaires de l'enfant</i>	401
<i>La pathologie pulmonaire du nourrisson et du petit enfant</i>	403
<i>Chapitre 10. — HÉMATOLOGIE, par M. KATZ</i>	407
<i>La lymphographie</i>	407
Lymphographie pédieuse bilatérale simultanée	407
Rappel anatomique (407); Technique (407); Lymphographie normale (408); Contre-indications (410); La lymphographie en hématologie (410); La lymphographie en cancérologie (411).	
<i>L'échographie et le scanner</i>	413
L'échographie	413
Le scanner	414
Ponction — biopsie ou lyto-ponction guidée	414
<i>Les atteintes osseuses au cours des hémopathies</i>	414
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	415
<i>INDEX ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES</i>	419

1

GÉNÉRALITÉS

I. – CHRONOLOGIE DU RADIODIAGNOSTIC

par

H. FISCHGOLD

Le 8 novembre 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), Professeur de Physique théorique à l'Université de Würzburg, découvrit les rayons X. Physicien, mais non médecin, Röntgen mit sept semaines de travail intensif pour rédiger le célèbre mémoire *Sur une nouvelle espèce de radiations*, paru dans le Bulletin de la Société Physico-médicale de Würzburg le 23 janvier de l'année suivante.

1895 ! Année exceptionnelle : Pierre Curie épouse Marie Skowolska ; Louis Pasteur meurt ; dans le sous-sol du Café de Paris a lieu la première séance de cinéma ; et la voiture automobile connut les premiers pneumatiques...

Ce n'était pas, comme certains l'ont dit, une découverte due au hasard. Les recherches des physiciens et les développements de l'industrie électrique (éclairage, transports, télégraphe, téléphone) avaient préparé le terrain ; Röntgen improvise son appareillage de ses propres mains, mais avec des outils bien connus :

- les rayons cathodiques étudiés dans de nombreux laboratoires ;
- des tubes à vide très poussés (Hittorf, Crookes) mettaient en évidence ce rayonnement ;
- des générateurs de haute tension et de courants alternatifs, comme la bobine de Ruhmkorff utilisée à Würzburg (mais aussi des machines d'électricité statique) produisaient les décharges dans les tubes et de longues étincelles dans l'air ;
- des substances fluorescentes comme la platino-cyanure de baryum recevaient la lumière d'une certaine longueur d'onde et la renvoyaient avec une autre longueur d'onde ;
- enfin la photographie permettait de fixer en *images durables*, la lueur fugitive des écrans.

« Pour que l'esprit devienne sagace, on doit l'exercer à rechercher ce qui a déjà été trouvé par d'autres », écrivait Descartes.

Le soir mémorable du 8 novembre, Röntgen se posait une question, qui occupait d'autres physiciens de son temps : les rayons cathodiques pouvaient-ils se propager en dehors du tube ? Si oui, à quelle distance et avec quels effets ?

Il constate ainsi (comme Lenard), après avoir enveloppé le tube de Hittorf avec un carton, que des radiations non lumineuses passaient à travers le verre et le carton et rendaient fluorescent à distance un écran de platino-cyanure

de baryum ; ces radiations invisibles, qui sortaient du tube, étaient les rayons X. Ils pénétraient le carton, un livre et le bois ; ils étaient donc *pénétrants* ; seuls les métaux d'un certain poids atomique les arrêtaient (les « absorbaient »).

En interposant sa main entre le tube émetteur et l'écran fluorescent, Röntgen observa ses propres os vivants et « photographia » quelques jours plus tard la main de Mme Röntgen : ce fut la première radiographie.

Les instruments rassemblés par Röntgen et les premiers « électro-radiologistes » aboutissaient à une chaîne émettrice de rayons X de faible rendement (1-2 mA) : la radiographie de la main durait des minutes, celle de la tête une heure.

L'adaptation de la découverte aux objectifs médicaux fut la tâche des utilisateurs et des ingénieurs : les bobines de Ruhmkorff ou les machines statiques se trouvaient déjà chez les médecins électrologistes ; on les fit évoluer en générateurs plus puissants que demandait, en tout cas, l'industrie électrique.

La plaque photographique fut remplacée le long des années par des films à double couche sensible. Les écrans fluorescents, utilisés à la suite des suggestions d'Edison, réduisaient au 1/10 le temps de pose. Premières cassettes... les chambres noires, existaient.

Les localisateurs et les diaphragmes antidiffusants (Bucky [1912] et Potter [1915]) amélioraient l'image par la suppression des rayons diffusés.

Une longue évolution rendit les tubes plus maniables et plus durables (Coolidge [1913] ; tubes autoprotégés et anticathode tournante de Bowers [1924 et 1927], assurèrent une meilleure protection du personnel et contribuèrent également à réduire le temps de pose.

L'industrie radiologique prit naissance dans les entreprises existantes spécialisées dans les tubes à vide ainsi qu'aux applications industrielles médicales et physiologiques de l'électricité :

- opticiens : Radiguet, Massiot ;
- électro-physiologistes : D'Arsonval, Tripier, Gaiffe, C.G.R. ;
- éclairage électrique : Philips ;
- télégraphe, téléphone, transports électriques : Siemens ;
- etc. etc.

A partir de 1896, des efforts multiples convergèrent pour l'amélioration des contrastes et de la netteté. Ces efforts continuent depuis 80 ans et rien n'indique que cette évolution soit achevée.

Le problème de contraste n'a jamais quitté l'avant-scène :

- Les premières images radiographiques montraient les *contrastes spontanés ou accidentels*, en fonction du poids atomique. L'os absorbait le plus de rayons X ; les « chairs » dans lesquelles on confondait les muscles, le sang, les viscères pleins, l'urine, la bile, le liquide céphalorachidien se laissaient mieux pénétrer que les os et moins bien que l'air ; les corps étrangers métalliques constituèrent les premiers contrastes artificiels.

- Dès 1896, le bismuth (le baryum plus tard) furent introduits dans les *cavités accessibles* : tube digestif. Peu d'années plus tard, cathéters métalliques et sels d'iode servirent comme opacificateurs des voies accessibles par des sphincters (vessie, arbre urinaire).

- Restaient tous les *viscères pleins et non accessibles* : on commença par l'organe le plus protégé et le plus inaccessible, le cerveau ! Parce que les

chirurgiens étaient les seuls à savoir ouvrir la cavité crânienne et avaient besoin de connaître le siège de la lésion opérable. Il n'y a pas de craniotomie exploratrice.

En 1918, le neuro-chirurgien Dandy introduisit de l'air dans les ventricules ; en 1923, A. Sicard, neurologue, rendit visible le canal rachidien par le lipiodol.

Et à partir de 1927, avec Moniz et l'école portugaise, commença l'artériographie de tous les viscères, cérébrale et aortique d'abord. La voie était ainsi ouverte aux produits mono, bi et triiodés introduits dans les artères et les veines par toute une série d'aiguilles, de seringues et de cathéters.

La vésicule et les voies biliaires furent rendues visibles en 1924 ; l'arbre urinaire en 1930 ; toujours par des chirurgiens assistés ou inspirés par des pharmacologues et des physiologistes. La radiologie, trop jeune, ne pouvait assumer ni grosses responsabilités, ni gros risques, face aux problèmes de toxicité et de métabolisme.

Ce qui avait le plus frappé les futurs radiologues, les chirurgiens et les médecins, fut la propriété des rayons X de *pénétrer* dans les objets et non d'éclairer seulement leur surface comme la lumière.

Mais avec les années, comme après l'enthousiasme soulevé par toute grande découverte, les insuffisances commencèrent à se faire sentir.

Car si les rayons X entrent et sortent des objets et permettent ainsi de voir les champs pulmonaires à travers les parois charnues et osseuses du thorax, ils superposent sur un seul plan, les détails anatomiques et les lésions situées à des profondeurs différentes.

Les incidences de profil et obliques constituèrent la première parade opposée à cet inconvénient ; ça ne suffisait pas. La *tomographie*, imaginée en France par Bocage, fut réalisée par Ziedses des Plantes et Vallebona aux alentours des années 1930.

La tomographie isole dans le corps humain une seule couche, de niveau et d'épaisseur donnés, en effaçant les détails qui siègent en dehors du plan utile. Découverte pleine de possibilités et nullement épuisées en ce moment.

Nous voilà arrivés aux années 1950. Le monde sortait d'une guerre meurtrière, terminée grâce à la supériorité technologique : l'énergie atomique, l'électronique, l'exploration de l'espace et les ordinateurs devinrent d'un seul coup opérationnels. Les retombées de ce gigantesque effort se firent sentir au cours des années d'après guerre.

Premiers progrès : *l'amplificateur de brillance* (1950) et *l'automatisation*. L'examen en salle éclairée, la télévision, le radiocinéma, le magnétoscope, rendirent possible une irradiation moindre du malade et parachevèrent la protection contre les rayons X du personnel radiologique commencée trente ans auparavant.

L'utilisation médicale des ultrasons est relativement récente car c'est seulement en 1958 que commence son application en Gynécologie-Obstétrique ; il s'agit d'un prolongement des techniques ultrasonores pour repérer pendant la guerre les sous-marins... Actuellement l'échographie est devenue une méthode diagnostique essentielle qui existe dans tous les services ou les cabinets de radiologie ; ainsi le terme de Radiologie englobe maintenant des techniques d'imagerie n'utilisant pas les rayons X.

Dans les années 70, s'est développé le scanner (ou tomomodensitométrie, ou

scanographie) qui est l'étude de l'absorption d'un faisceau de rayons X par l'ordinateur.

Hounsfield, un de ses inventeurs, a eu en 1979 pour sa découverte le prix Nobel (2^e prix Nobel de Radiologie après celui de Röntgen).

Le scanner après ses applications initiales à l'étude de la tête et de son contenu intéresse maintenant tout le corps et toutes les spécialités.

Il a été la première grande application de l'informatique à la radiologie.

Tout récemment la digitilisation de l'image radiologique (étude point par point par un ordinateur) permet d'obtenir une étude des vaisseaux par une simple injection intraveineuse de produit de contraste (angiographie digitalisée) ; à terme le film radiographique sera vraisemblablement remplacé par l'image digitalisée plus précise, de petit format et moins onéreuse.

La Radiologie Interventionnelle ou thérapeutique peut se définir comme l'utilisation de toutes ces techniques permettant un repérage très précis des organes pour les ponctionner (étude histologique ou drainage d'un kyste ou d'un abcès), pour dilater ou désobstruer une artère (angioplastie, endoluminale), drainer des voies biliaires ou urinaires, obturer les pédicules artériels d'une tumeur, d'une malformation vasculaire ou à l'origine d'un saignement (embolisation artérielle thérapeutique).

Dans les méthodes d'imagerie, terme proposé par certains pour désigner toutes les techniques permettant l'obtention d'une image, il faut citer les radio-isotopes (réservées à certains centres hospitaliers), la thermographie (de fiabilité incertaine).

Tout récemment est apparue la Résonance Nucléaire Magnétique (ou R.N.M.) qui semble à nouveau devoir révolutionner l'imagerie diagnostique : les images obtenues par l'utilisation de champs magnétiques puissants sont extrêmement précises et ne font, semble-t-il, courir aucun risque au patient. Mais les prix actuels de l'appareillage et sa mise au point retarderont de quelques années encore son développement.

Les radiologistes de demain pourront ou non pratiquer ces nouvelles techniques, les confier à leurs collaborateurs ou faire appel à des biophysiciens ; mais ils ne pourront plus les ignorer.

La découverte des rayons X impliquait ainsi un développement important de la physique, de l'industrie et des applications de l'électricité.

Cette découverte ne pouvait atteindre le niveau actuel que grâce aux médecins, chirurgiens, ingénieurs, physiciens, photographes et informaticiens.

Les radiologistes n'existaient pas au moment de la découverte des rayons X.

Mais 90 ans après, c'était aux radiologistes d'assurer sans partage les responsabilités et les risques de leur métier ; sans négliger pour autant la collaboration avec les autres membres du corps médical, avec les physiciens, les mathématiciens, les ingénieurs.

La radiologie devient une spécialité difficile et dangereuse, qui exclut toute improvisation ; le radiologiste doit rester sa vie durant au service d'une discipline très différente de celle des années 1930, et le radiodiagnostic acquiert maintenant un autre visage du fait de l'échographie et des *scanners*.

Mais les médecins et les chirurgiens doivent à leur tour apprendre l'interprétation de nouvelles images, ainsi que les lois générales de leur formation.

II. – LES BASES DE LA TECHNIQUE RADIOLOGIQUE

par
J.-P. MONNIER

A. – LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE

I. – PRODUCTION DES RAYONS X : LE TUBE

(fig. 1-I).

Lorsque les électrons animés d'une grande vitesse viennent frapper une cible métallique, leur énergie cinétique se transforme : d'une part en chaleur (99 %), d'autre part en rayonnement X.

Un tube à rayons X comprend :

– Une **source d'électrons** : constituée par un filament porté à l'incandescence. Le courant de chauffage de ce filament se mesure en milliampères (mA) ; de sa variation dépend la *quantité de rayons X* produits ;

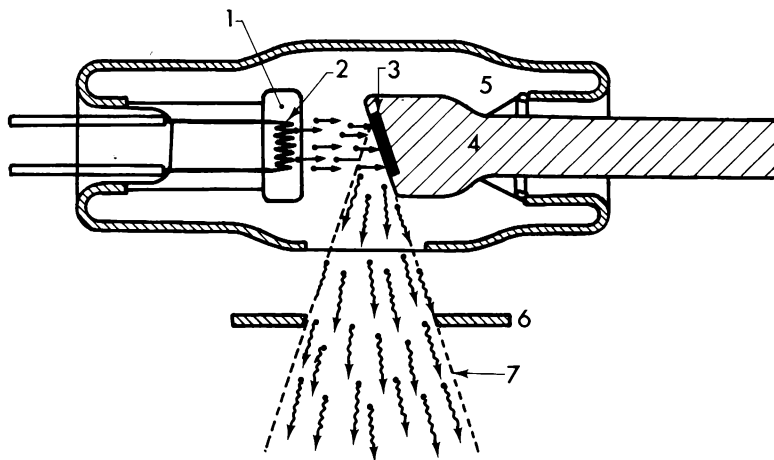


FIG. 1-I. – Principe d'un tube à rayons X.

1, cathode ; 2, filament incandescent, source d'électrons ; 3, foyer ; 4, anode ; 5, espace sous vide ; 6, diaphragme plombé ; 7, faisceau de rayons X utiles.

– **La force** qui accélère les électrons dépend de la tension appliquée au tube radiogène, entre le filament (cathode) et la cible (anode). Cette tension se mesure en kilovolts (kV). De cette tension, dépend la *qualité des rayons X*, c'est-à-dire, leur force de pénétration (basse tension : de 40 à 90 kV ; haute tension : de 100 à 130 kV).

– **Le parcours des électrons** entre la cathode et l'anode se fait dans l'enceinte sous vide du tube.

– **L'anode** est la pièce métallique assurant le freinage des électrons accélérés. Il s'agit habituellement d'une plaque de tungstène. La surface qui reçoit ainsi les électrons accélérés s'appelle le **foyer** du tube. A cette anode, est associé un dispositif de refroidissement chargé de dissiper la chaleur.

– Le tube est lui-même enfermé dans une **gaine plombée** ; seule une « fenêtre » laisse passer le faisceau de rayons X utile. De plus, un système de diaphragme plombé va permettre de réduire à la demande la dimension du faisceau de rayons X à la taille de la région à examiner.

II. – NATURE ET PROPRIÉTÉS DES RAYONS X

Il s'agit de rayonnements électro-magnétiques, dans l'échelle desquels on trouve à une extrémité les ondes électriques et de radiodiffusion, au milieu l'infra-rouge, la lumière visible et l'ultra-violet et à l'autre extrémité les rayons X, gamma et cosmiques. La longueur d'onde des rayons X est de l'ordre de 10^{-8} cm.

Certaines *propriétés* des rayons X doivent être connues pour comprendre l'application médicale des rayons X.

– Ils sont capables de traverser le corps humain, ceci d'autant plus facilement qu'ils sont plus pénétrants (haute tension).

– Au cours de cette traversée, le faisceau subit un certain affaiblissement. Cette atténuation est d'autant plus importante que l'épaisseur et la densité du corps considéré sont plus élevées (les atomes lourds arrêtent les rayons X).

– Ils produisent un rayonnement secondaire dans les corps qu'ils traversent. Ce rayonnement secondaire se compose essentiellement d'un rayonnement diffusé qui est d'autant plus important, que le volume irradié est grand, et que le kilovoltage utilisé est élevé. Ce rayonnement diffusé se fait dans toutes les directions, il représente un rayonnement parasite qui va atténuer le contraste du cliché radiologique. Certains dispositifs permettent de lutter contre ce diffusé (diaphragme, cônes localisateurs, grille antidiffusante) (fig. 1-3).

– Ils provoquent l'illumination de certains sels minéraux : cette propriété est utilisée au niveau des écrans de radioscopie et des écrans renforçateurs placés au contact des films radiographiques.

– Ils provoquent un noircissement des émulsions photographiques.

– Ils entraînent une ionisation des gaz qu'ils traversent. Cette propriété est utilisée pour mesurer les rayonnements X à l'aide de chambres d'ionisation.

– Ils se propagent en ligne droite et dans toutes les directions.

- La formation de l'image radiologique fera appel à des notions de géométrie simples (projection, agrandissement, flou géométrique).
- La quantité de rayonnement par rapport au tube va décroître comme l'inverse du carré des distances.
- Enfin, les rayons X ont des effets biologiques qui sont utilisés en radiothérapie. Lors de leur utilisation en radiodiagnostic, il faudra apprendre à les utiliser à bon escient.

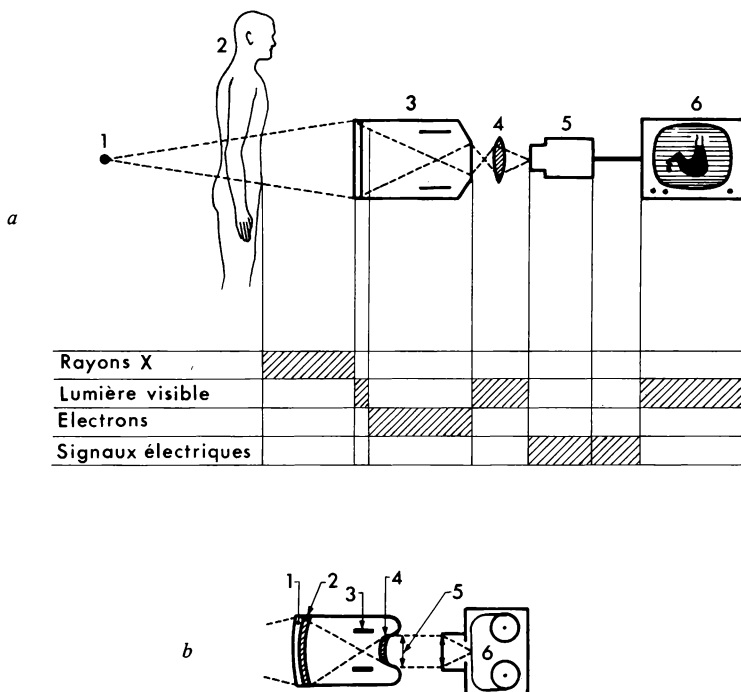


FIG. 1-2. - Amplificateur de luminance et chaîne radiologique.

a) Chaîne radiologique comportant :

1, tube à rayons X ; 2, malade examiné ; 3, amplificateur de luminance ; 4, optique ; 5, caméra de télévision ; 6, récepteur de télévision.

Les conversions successives des rayonnements porteurs de l'information sont schématisées au-dessous.

b) Amplificateur de luminance :

1, écran fluorescent ; 2, photo cathode ; 3, lentilles de concentration électronique ; 4, écran secondaire ; 5, objectif optique ; 6, dispositif d'enregistrement ; caméra de télévision avec récepteur de télévision et magnétoscope, ou appareil photographique (ampliphotographie), ou caméra de radiocinéma.

III. - L'ENREGISTREMENT DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

Le faisceau de rayons X issu du tube est *homogène*. Ce faisceau traverse le corps humain qui absorbe une portion du rayonnement X proportionnelle à l'épaisseur, à la densité et au numéro atomique de la zone traversée. Ainsi le faisceau de rayons X est inégalement atténué, il devient *hétérogène* à sa sortie du corps examiné. Ce faisceau hétérogène peut être recueilli sur différents systèmes.

Pour pouvoir être recueilli sur un dispositif, encore faut-il que ce faisceau ait une énergie suffisante pour traverser le corps à examiner ; en prenant pour exemple une radiographie habituelle, s'il n'existe pas assez de rayons X, le cliché est trop pâle, par contre un excès de rayons X entraîne un cliché trop noir.

■ **En radioscopie conventionnelle.** - Le faisceau entraîne la luminescence de *l'écran fluorescent* ; le corps humain sera représenté par une ombre : les zones denses à numéro atomique élevé entraînent une plage sombre sur l'écran : l'os apparaît en noir.

De même, en radioscopie pulmonaire, le cœur apparaît comme une plage sombre entourée par la clarté des deux poumons. C'est de cet examen (pratiquement abandonné) qu'est resté le vocabulaire « *opacité* » (zone noire sur l'écran) et inversement pour les « *clartés* » (zone brillante sur l'écran).

L'éclairement de l'écran en radioscopie conventionnelle est trop faible pour que l'examen puisse être pratiqué autrement que dans l'obscurité. *Une adaptation à l'obscurité d'au moins dix minutes est indispensable.* Ce type d'examen entraîne une irradiation importante du sujet.

■ **La radioscopie télévisée.** - Elle utilise *l'amplificateur de luminance* ou amplificateur de brillance (fig. 1-2). C'est un tube électronique en verre dans lequel on a fait le vide. A l'extrémité du tube tourné vers le patient, se trouve un écran fluorescent ou *écran primaire* qui s'illumine dans les conditions habituelles sous l'effet des rayons X (le diamètre de cet écran primaire est de 20 à 30 centimètres maximum). Le rayonnement lumineux de cet écran primaire frappe la photo-cathode qui est située juste en arrière de lui. Cette photo-cathode émet des électrons (l'émission d'électrons est proportionnelle à l'intensité lumineuse de l'écran primaire). Les électrons de la photo-cathode sont accélérés par une différence de potentiel vers un *écran secondaire* (ou écran de sortie dont la taille est environ le dixième de celle de l'écran primaire). Ainsi entre les deux écrans, les électrons sont accélérés et concentrés pour converger vers l'écran secondaire, qui est recouvert d'une couche fluorescente.

L'image recueillie sur l'écran secondaire est beaucoup plus lumineuse que celle du grand écran du fait de la réduction de surface et d'autre part de l'augmentation de la vitesse des électrons.

L'image de l'écran secondaire de l'amplificateur de brillance peut être analysée par une caméra de télévision et retransmise sur un récepteur permettant l'observation à la lumière du jour.

La radioscopie permet une étude cinétique mais est imprécise si elle ne laisse aucun document.

L'enregistrement de l'image de l'amplificateur de luminance est possible en *radiocinéma* ou sur un *magnétoscope*. La numérisation de cette image ouvre de nouveaux débouchés (voir page 41).

L'*ampliphotographie* consiste à photographier directement l'écran secondaire sur un film de petit format (10×10 ou 7×7 cm) d'une définition voisine des clichés habituels, mais avec une dose de rayons X inférieure.

La *radiophotographie* utilise le même genre de film, mais nécessite une dose de rayons X supérieure ; en effet, il s'agit d'une photographie d'un écran de scopie conventionnelle.

■ *Le film radiographique :*

– Lorsque le rayonnement X frappe les cristaux de bromure d'argent contenus dans l'émulsion du film, il se forme une « image latente ». En effet, cette image n'est pas visible à l'œil nu, mais en développant le film, en le faisant passer dans un révélateur et un fixateur (comme n'importe quel film photographique), les zones sensibilisées par le rayonnement X apparaîtront en noir. Ce noircissement est d'autant plus intense que la quantité de rayons X reçue est plus grande. (Ainsi le noircissement dépend de trois facteurs : temps de pose en fraction de seconde, la quantité de rayons X en milli-ampères et enfin la pénétration du rayonnement en kilovolts.)

Sur une radiographie qui est un film négatif, l'os apparaîtra en blanc et on a cependant gardé la terminologie de la *radioscopie* une opacité est « blanche » et une zone radio-transparente est « noire ».

Pour augmenter l'efficacité du film radiographique, celui-ci est habituellement placé entre deux écrans renforçateurs disposés dans une cassette.

– La *cassette* est simplement une enceinte close mettant le film à l'abri de la lumière du jour et contenant deux écrans renforçateurs placés de part et d'autre du film.

– Les *écrans renforçateurs* se comportent comme des écrans de scopie : ils s'illuminent sous l'effet des rayons X et ce rayonnement lumineux va lui-même produire une image sur le film photographique. Dans ces conditions, il suffit d'une quantité de rayons X moindre pour obtenir une radiographie qui permet de diminuer le temps de pose nécessaire et, de là, la dose d'irradiation.

■ *La xéroradiographie.* – Dans ce procédé le détecteur est une fine couche de sélénium (un semi-conducteur photosensible). Une charge électrostatique uniforme est déposée sur la plaque de sélénium. L'exposition aux rayons X rend ce sélénium conducteur et entraîne une perte de la charge électrique dans les zones irradiées.

L'image électrostatique latente est développée par exposition à un nuage de particules chargées électriquement, puis transférées et fixées sur une feuille de papier ou sur un film. L'image obtenue majore les effets de bord, ce qui explique que cette technique soit parfois utilisée pour étudier les glandes mammaires où les masses musculaires.

Cette technique est *très peu répandue* et présente l'inconvénient de nécessiter des doses de rayons X supérieures aux techniques habituelles.

IV. – LES QUALITÉS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

Un bon cliché radiographique doit avoir un maximum de contraste et de netteté.

■ **Le contraste.** – Il représente la différence entre les plages noires et les plages blanches sur le cliché. Il dépend des conditions techniques de prise du cliché, et de l'acuité visuelle de l'observateur.

Un rayonnement X peu ou moyennement pénétrant fournit un cliché riche en contraste. Ce type de rayonnement est utilisé en particulier pour les radiographies osseuses : le contraste entre l'os (qui est blanc) et les parties molles est maximum. De même, il s'agit de la zone d'absorption maximum des produits de contraste iodés, utilisés pour opacifier les voies urinaires, les voies biliaires, et les vaisseaux.

Les rayonnements pénétrants ou haute tension (supérieurs à 100 kV) sont utilisés, en particulier, pour les radiographies des poumons et du tube digestif. Ce type de rayonnement entraîne un contraste plus faible, mais présente de nombreux avantages : diminution de la dose utile, raccourcissement des temps d'exposition, et surtout augmentation des informations fournies par le cliché ; en effet, au niveau du tube digestif, la baryte est « traversée » par le rayonnement, permettant de voir une lésion qui n'est pas sur le bord de l'organe. Au niveau du poumon, les côtes et le médiastin deviennent plus « transparents » sans toutefois que la trame vasculaire intrapulmonaire soit effacée.

L'atténuation du faisceau de rayons X dans le corps humain, entraîne un rayonnement diffusé ; de même, la cassette, la table radiologique vont émettre un rayonnement diffusé dans toutes les directions. Ce rayonnement risque « d'arroser » le film radiographique d'une façon uniforme, supprimant à l'image tout contraste.

Afin de diminuer le rayonnement diffusé, il faut :

- diminuer le volume irradié, à l'aide d'un diaphragme ou de localisateurs sur le rayonnement primaire, ou en comprimant la région explorée pour en diminuer l'épaisseur ;
- pour éviter que le rayonnement diffusé n'atteigne le film radiographique, le dos de la cassette est plombé pour éviter le rayonnement diffusé par la table ;
- l'utilisation d'une grille antidiffusante évite que les rayonnements diffusés qui prennent naissance dans le corps du patient, n'atteignent le film (fig. 1-3). Cette grille peut être fixe ou mobile (Potter, Bucky).

La nature des films utilisés, le mode de traitement (nature du révélateur, température de développement, temps de développement) peuvent faire varier le contraste du film. Actuellement, ce traitement du film est réalisé automatiquement dans des machines à développer.

Enfin une fois le film radiographique obtenu, pour en tirer le maximum d'informations, *il est indispensable de l'observer sur un négatoscope*. Pour l'analyse de certains détails, les conditions optimales d'acuité seront réunies en utilisant un tronc de cône en papier opaque d'une vingtaine de centimètres de long, placé entre l'œil et la zone du film à examiner.

■ **La netteté des images** dépend de certains facteurs :

La taille du foyer : plus elle est petite, meilleure est la radiographie. Mais un foyer de très petite taille ne peut pas avoir une puissance élevée.

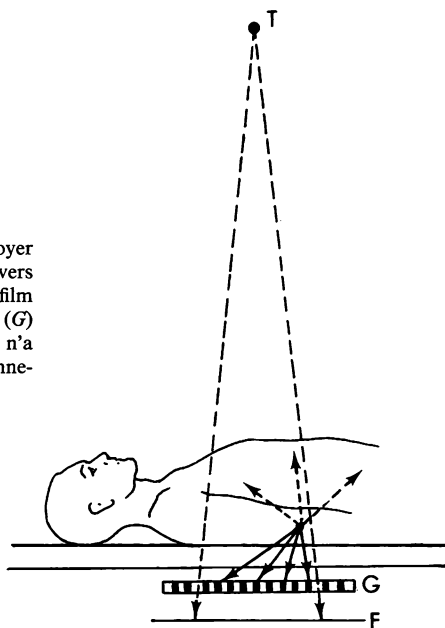
La distance objet-film : une structure au contact du film sera plus nette qu'une structure éloignée. La distance foyer-film : plus celle-ci est grande, plus le flou et l'agrandissement diminuent (fig. 1-4).

Le flou cinétique est dû au mouvement du sujet ou de l'organe examiné ; il sera réduit au maximum si l'on utilise des temps de pose courts.

Les écrans renforceurs permettent de raccourcir le temps de pose, mais entraînent eux-mêmes un flou d'autant plus important qu'ils sont plus efficaces.

FIG. 1-3. — *Principe de la grille antidiffusante.*

Seuls les rayons X provenant du foyer du Tube T et ayant été atténués à travers le corps radiographié parviennent au film (F). Les lames plombées de la grille (G) arrêtent le rayonnement diffusé qui n'a pas la même direction que le rayonnement incident.



V. — LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES RADIOLOGIQUES

■ **La radioscopie** :

La radioscopie conventionnelle est actuellement abandonnée du fait de l'irradiation importante qu'elle entraîne. Elle utilise un écran fluorescent s'éclairant sous l'effet des rayons X. L'éclairement de l'écran est trop faible pour que la radioscopie puisse être pratiquée autrement que dans l'obscurité. Une adaptation à l'obscurité d'au moins dix minutes est indispensable.

La radiophotographie consiste à photographier à l'aide d'un appareil de photographie classique l'image de l'écran de radioscopie conventionnelle. Cette technique est habituellement utilisée pour le dépistage des affections pulmonaires (sur des clichés mesurant le plus souvent 10×10 cm).

La radioscopie télévisée. – L'image radioscopique est obtenue avec environ un dixième de la dose de rayons X qui serait nécessaire dans des conditions identiques pour obtenir une radioscopie conventionnelle. L'image du récepteur de télévision peut être observée en plein jour et cette facilité d'utilisation risque d'entraîner une durée d'utilisation exagérée.

La radioscopie permet une étude dynamique mais a l'inconvénient de ne laisser aucun document (sauf enregistrement avec magnéscope ou en radiocinéma).

D'autre part, la radioscopie permet le repérage d'aiguilles, de cathéters, ou de guides opaques lors de certaines investigations radiologiques.

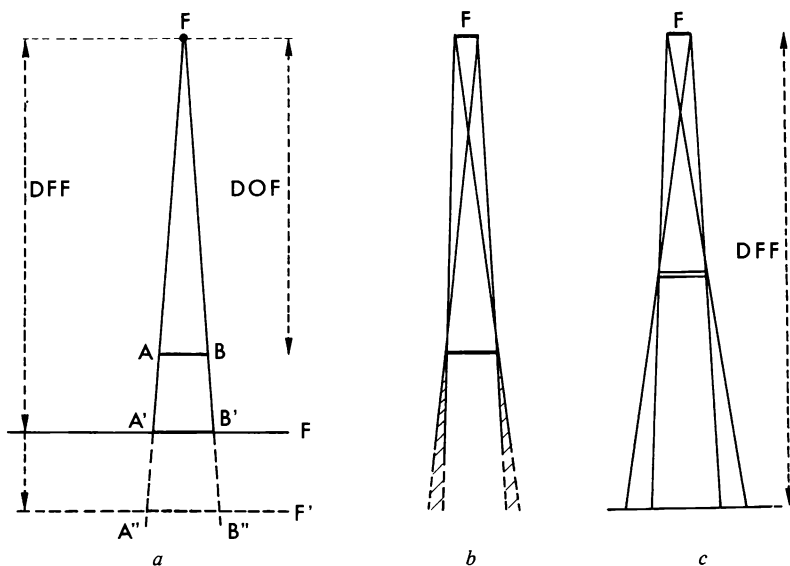


FIG. 1-4. – Agrandissement et flou géométrique.

a) Foyer F ponctuel : il n'existe pas de flou géométrique, l'agrandissement de l'image $A'B'$ de l'objet AB dépend du rapport entre la distance foyer-film DFF et la distance objet-film DOF . $\frac{A'B'}{AB} = \frac{DFF}{DOF}$. Ainsi l'agrandissement est maximum lorsque le faisceau est divergent (tube proche du film) et l'objet loin du film.

b) La taille du foyer entraîne un flou géométrique (pénombre en hachuré), cette pénombre augmente lorsque le film s'éloigne de l'objet.

c) Un objet situé au milieu de la DFF a une image entourée d'une pénombre égale à la taille du foyer. (La DFF habituelle est de 1 m, les foyers usuels sont de 0,5 à 2 mm).

■ La radiographie standard utilise :

- des films sans écran, pour les zones de faible épaisseur facilement immobilisables (main, pied) ;
- des cassettes pour les zones plus épaisses, comme les membres ;
- pour les autres explorations, des cassettes et une grille antidiffusante.

■ Les examens avec produit de contraste. – Il est souvent souhaitable de faire varier le contraste de certains organes examinés.

Il s'agit parfois d'un *contraste naturel* : par exemple, cliché du thorax en inspiration et expiration.

L'air est un bon produit de contraste (insufflation colique, gastrique, arthrographie gazeuse, etc.).

Les opacifiants :

- Les premiers à être utilisés étaient des poudres inertes de bismuth, puis de baryum et réservés aux explorations digestives ;
- les produits iodés hydrosolubles sont utilisés : soit par injection dans une cavité ou un vaisseau (angiographies, bronchographies, etc.), ou éliminés sélectivement par un organe (urographie intra-veineuse, cholangiographie) ;
- les composés huileux (lipiodol) sont principalement utilisés pour les lymphographies.

■ Les appareils radiologiques

Les tables d'examen courantes sont composées d'un plateau horizontal dans lequel il est possible d'introduire une cassette au contact d'une grille antidiffusante (Potter). Le tube à rayons X est placé face à la cassette.

Les tables télécommandées avec amplificateur de luminance et télévision permettent de réaliser tous les examens avec repérage radioscopique, en particulier les examens digestifs ; lorsque le radiologiste peut se placer à quelque distance de la table, il est protégé du rayonnement par une protection plombée.

Les tomographies : en provoquant un déplacement simultané et en sens inverse du tube radiographique et de la cassette contenant le film radiographique, les images des structures se trouvant dans le plan de l'axe de déplacement seront nettes, car ces images sont immobiles sur le film.

Les structures situées en avant et en arrière de ce plan seront floues, car leurs projections sur la cassette vont se déplacer plus vite ou plus lentement que la cassette elle-même (fig. 1-5).

L'angle de déplacement et la vitesse de balayage déterminent l'épaisseur de la coupe. Les images des structures situées en dehors de ce plan de coupe sont à l'origine des traînées de balayage. La forme de ces images dépend du déplacement, celui-ci est habituellement linéaire. Pour étudier les rochers, un balayage « complexe » est utilisé (spiralé ou en trèfle), qui fait pratiquement disparaître les images de traînées.

Un *cliché panoramique* peut être obtenu par un déplacement du tube en arc de cercle, ce procédé est utilisé pour étudier les arcades dentaires qui sont ainsi étalées sur un seul film.

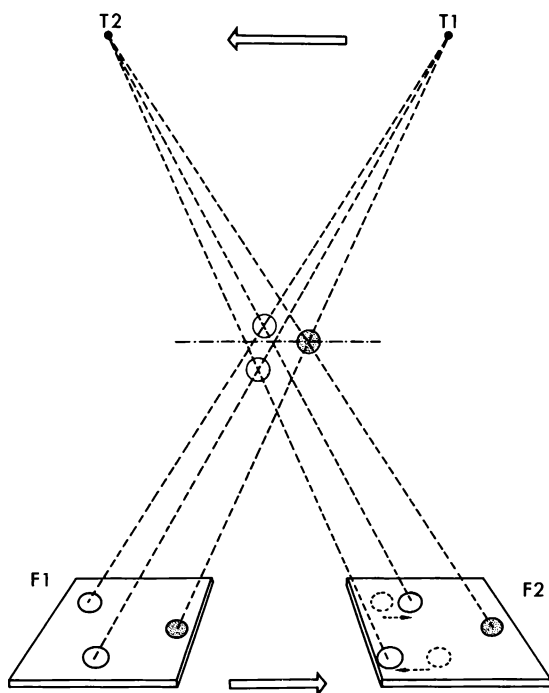


FIG. 1-5. – Principe de la tomographie.

Le tube se déplace de T1 en T2 et simultanément, la cassette contenant le film se déplace de F1 en F2.

Seuls les points noirs situés dans le plan de l'axe de rotation restent nets pendant le mouvement : ils sont dans le « plan de la coupe ». L'image d'un point blanc situé en dehors de ce plan se déplacera sur le film sur lequel il ne laissera qu'une trace de balayage, ce flou efface les structures qui ne sont pas dans le plan de la coupe tomographique.

VI. – LA FORMATION DE L'IMAGE RADIOGRAPHIQUE

■ La projection des images sur un plan :

La déformation de l'image : l'image radiographique d'une pièce de monnaie sera ronde, ovoïde ou linéaire suivant sa position perpendiculaire, oblique ou parallèle au faisceau de rayons X.

Il n'est pas possible sur un film radiographique *de préjuger de la situation respective de plusieurs structures* (sauf bien sûr si la radio-anatomie de la région peut nous guider). En effet, le cliché radiographique « additionne » toutes

les structures traversées par les rayons X, interposées entre le tube et le film. Une médaille se projetant sur le médiastin peut fort bien être dans l'œsophage sur un cliché de thorax de face. La présence d'une chaîne indique qu'elle est suspendue autour du cou ; cependant, elle peut être devant le thorax ou en arrière.

Du point de vue du parenchyme pulmonaire, il n'existe pratiquement aucune différence entre un cliché de profil droit ou de profil gauche, qui tous deux, « additionnent » les images du poumon droit et du poumon gauche. De la même façon, un cliché de face pratiqué dos-plaque ou ventre-plaque permet une étude identique du parenchyme pulmonaire des deux poumons. Il existe dans ce cas cependant une différence, la masse cardiaque est agrandie sur le cliché fait dos-plaque ; en effet le cœur est, dans ce cas, situé à une plus grande distance du film et il existe un agrandissement (fig. 1-4).

■ *Les différentes densités radiographiques* (fig. 1-6). – Un cliché radiographique comporte une échelle de densité allant du blanc au noir. Ces différentes densités résultent de l'absorption différentielle des rayons X par les milieux traversés. Ce phénomène d'absorption est fonction de la masse atomique du milieu traversé (à épaisseur identique).

– Les molécules comportant des atomes lourds : calcium, iode, baryum vont se comporter vis-à-vis des rayons X comme un écran les empêchant plus ou moins d'atteindre le film ; la conséquence au point de vue radiographique est une plage plus ou moins blanche sur le film ;

– à l'opposé s'il n'y a que de l'air interposé entre le tube à rayons X et le film, celui-ci sera impressionné au maximum donnant une surface noire.

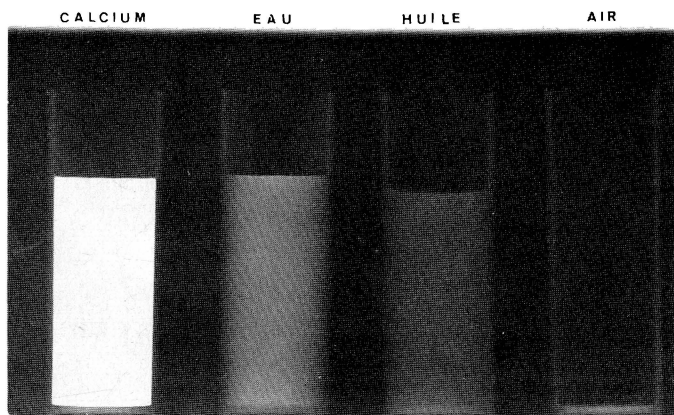


FIG. 1-6. – *Les densités sur une radiographie.*

Radiographie de quatre tubes contenant de gauche à droite : du calcium, de l'eau, de l'huile, de l'air. Il s'agit de quatre densités radiologiques de base. Comme ces quatre tubes sont radiographiés ici dans l'air, normalement la densité aérienne ne devrait pas être visible, en fait seule la paroi du quatrième tube est visible.

Dans le corps humain, il existe quatre densités fondamentales (fig. 1.7) :

- l'os est de *densité calcique* de même que, par extension, les produits de contraste opaques, tels l'iode et le baryum ;
- sont de *densité hydrique* les différents parenchymes (foie, rate, rein, encéphale...), les muscles, les tendons, les ligaments, les cartilages, le périoste, les vaisseaux, le sang, le LCR, etc. ;
- le tissu cellulaire sous-cutané et la graisse entourant de nombreux organes sont de *densité graisseuse* ;
- enfin sont de *densité aérique*, toutes les structures comportant normalement de l'air, la trachée, les bronches, les alvéoles pulmonaires, les sinus de la face et certaines portions du tube digestif.

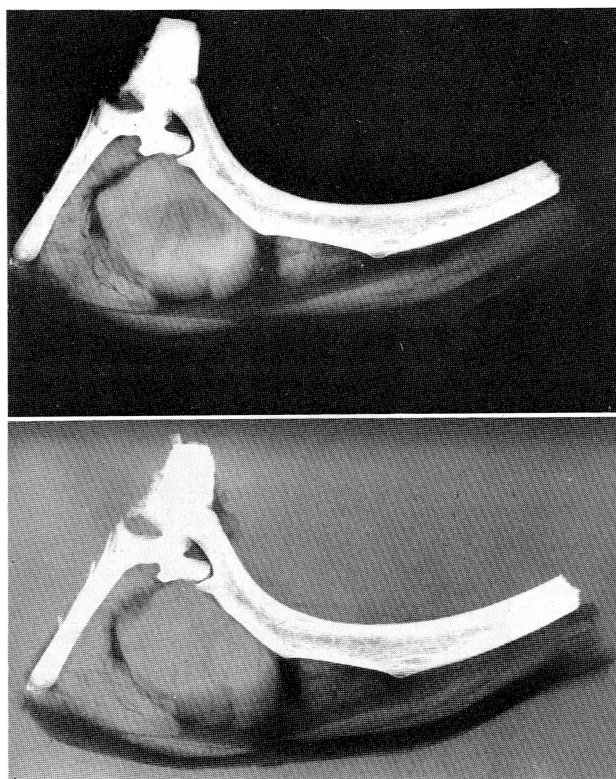


FIG. 1-7. - Les quatre densités radiologiques.

Radiographie d'une côtelette d'agneau placée en haut, dans l'air ; les quatre densités fondamentales sont reconnaissables : os, muscle, graisse, air. En bas, la côtelette est placée dans l'eau : le muscle a la même densité que l'eau qui entoure la côtelette et la graisse apparaît en noir.

■ *La relativité des différentes densités radiologiques.*— L'image radiologique d'une structure dépend du milieu qui sert de référence (fig. 1-7, 1-8). Suivant les milieux de référence, certaines images seront visibles ou invisibles : une métastase hépatique de même tonalité hydrique que le reste du parenchyme, hépatique, n'est pas visible sur le cliché d'abdomen sans préparation. Par contre, sur un cliché de thorax une métastase pulmonaire sera évidente car la tonalité hydrique de la métastase apparaît sur la clarté aérienne du poumon.

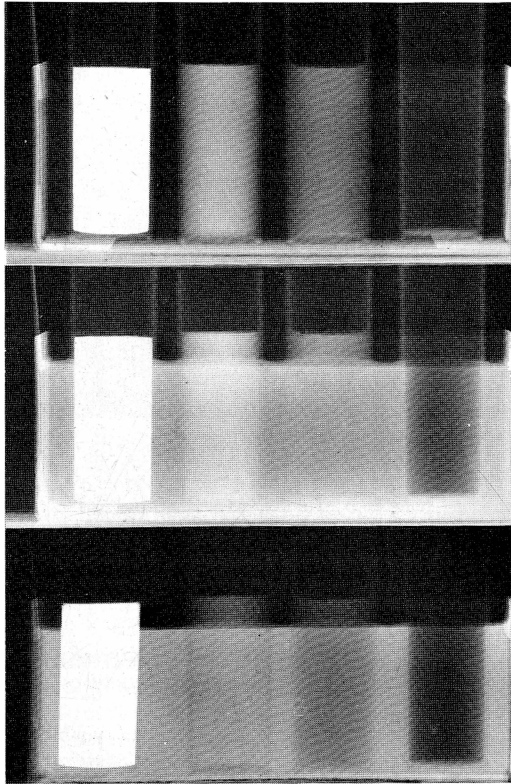


FIG. 1-8. — *Densités radiologiques : influence du milieu de référence.*

Les quatre tubes de la fig. 1-6 sont situés en haut dans une boîte contenant de l'air ; au milieu, la boîte contient de l'huile ; en bas, ils sont dans une boîte remplie d'eau.

Lorsque l'on plonge ces quatre tubes dans un milieu donné, l'un des tubes s'efface, les autres apparaissent plus opaques ou plus transparents selon le milieu de référence.

— au milieu le tube d'huile est invisible dans l'huile ;

— en bas, le tube plein d'eau s'efface dans l'eau : l'eau dans l'eau est invisible (les parois du tube légèrement moins denses que l'eau sont cependant visibles).

Sur des clichés sans préparation, au sein des structures de densité hydrique, qui sont blanches, la graisse apparaît plus ou moins grise :

- au niveau des psoas où elle dessine le contour externe des muscles,
- au niveau des reins dont elle souligne la silhouette,
- au niveau des articulations où les bourses graisseuses péri-articulaires sont souvent visibles, permettant parfois d'affirmer l'existence d'un épanchement intra-articulaire (fig. 1-9).

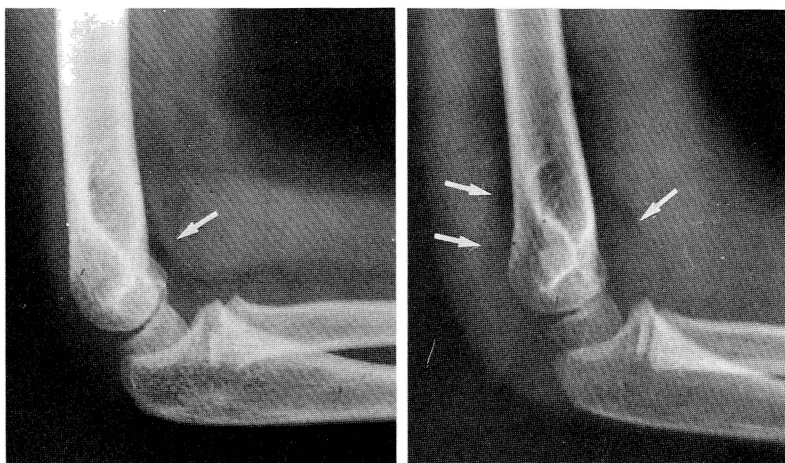


FIG. 1-9. – Radiographie du coude chez l'enfant.

A gauche, aspect normal, une bourse graisseuse est visible en avant (1), en arrière la bourse graisseuse est plaquée contre l'os et est invisible.

A droite, la fracture de la palette humérale entraîne une hémarthrose avec distension de la capsule articulaire : l'épanchement intra-articulaire refoule les bourses graisseuses en avant et en arrière (↗) (fig. 2-23).

■ *L'absorption dépend de l'épaisseur du milieu traversé par le faisceau de rayons X.* – Il est évident qu'en présence de deux structures identiques l'image sera plus blanche du côté le plus épais.

Cette notion d'épaisseur permet d'expliquer la visibilité de certaines structures peu épaisses ; au niveau du poumon les scissures sont de tonalité hydrique et ont une épaisseur inférieure à un millimètre. Sur un cliché thoracique de face, seule la petite scissure est visible, car située horizontalement dans le sens du rayon directeur (fig. 4-2). Elle se comporte ainsi au point de vue absorption, comme une épaisseur d'eau de plusieurs centimètres. Par contre, la grande scissure abordée presque perpendiculairement par le rayonnement se comporte comme un millimètre d'eau et ne pourra pas être visible. La visibilité de la petite scissure de face est inconstante ; en effet, il suffit d'une très faible variation de la position de la scissure, par rapport au rayonnement incident, pour que celle-ci s'efface sur le cliché.

Le même phénomène de tangence explique qu'une bronche soit invisible dans le parenchyme pulmonaire ; en effet, ses parois sont fines, elle contient de l'air et est entourée d'air. La bronche ne devient visible à l'état normal, que lorsque le conduit est vu en fuite sur une certaine longueur, elle apparaît alors comme un fin anneau blanc entouré d'air des deux côtés (fig.1-13).

■ **Conditions pour qu'il existe une image de bord sur une radiographie.** – Sur un cliché radiographique, un bord peut se définir comme la séparation existante entre deux plages de tonalité différente.

Fait important, l'œil n'est sensible qu'à des variations brutales de densité. Les variations progressives sont très difficiles à apprécier.

Pour qu'il se forme un bord entre deux milieux, il faut qu'il existe une brusque variation de l'absorption entre ces deux milieux. Pour que cette variation d'épaisseur soit brutale, il faut que la zone où se produit cette variation soit abordée tangentiellement par le rayonnement.

Ainsi sur un cliché de thorax de face, chez une femme, l'ombre des seins est visible sous la forme de deux opacités limitées en bas par un contour net (fig. 1-10). Ce contour inférieur net est créé par une zone de tangence au niveau du sillon sous-mammaire entre le sein (structure de tonalité hydrique) et l'air extérieur. Si l'on soulève le sein, il est possible de supprimer la zone de tangence et par là même le contour inférieur. A signaler que seul ce contour inférieur disparaît, il n'existe pas d'hyperclarté à ce niveau, car l'épaisseur de tissu traversé reste la même des deux côtés. Ceci est différent d'une mammectomie qui entraîne une hyperclarté du côté où l'exérèse chirurgicale a été pratiquée.

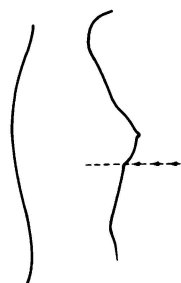
■ **Conditions pour qu'il existe une ligne radiologique.** – Contrairement à un bord qui ne nécessite qu'une variation brusque de densité, une ligne suppose deux variations brusques de densités. Ainsi, dans le poumon, les scissures qui sont des feuillets de densité hydrique peu épais, peuvent apparaître sous la forme de fines lignes blanches sur la radiographie si le rayonnement incident est parallèle à ces structures. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, l'absorption dépend de l'épaisseur du milieu traversé par le faisceau de rayons X.

■ **Le signe de la silhouette.** – Comme nous venons de le voir, les images de bords visibles sur les clichés représentent des zones de densités différentes abordées tangentiellement par le rayonnement incident.

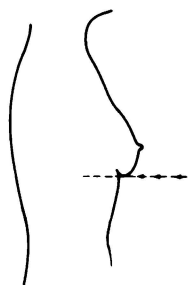
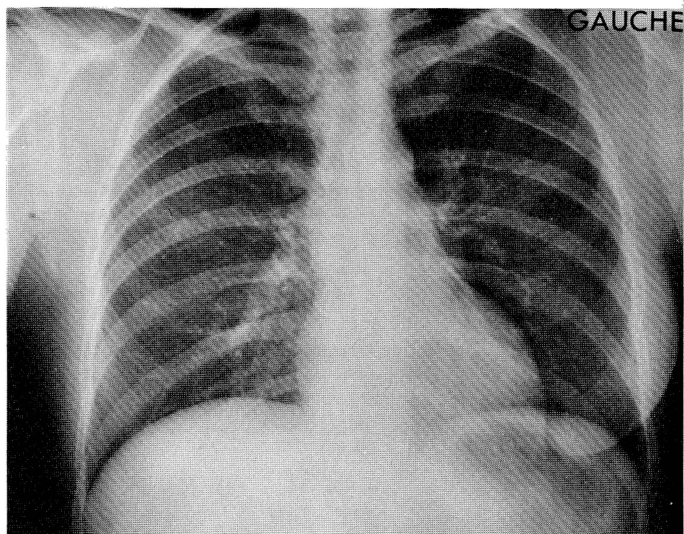
Lorsque l'on est en présence de *deux structures de densités identiques*, il faut envisager deux cas suivant la situation respective de ces structures :

a) **Lorsque deux structures de densités identiques sont situées dans des plans différents** et se superposent sur un cliché radiographique, elles conservent leurs contours respectifs.

Si sur un cliché de thorax de face, une opacité se projette sur la silhouette cardiaque mais sans en effacer les bords, cela signifie qu'elle n'est pas située dans le même plan que le cœur et par conséquent qu'elle est postérieure, car la masse cardiaque est située dans la portion antérieure du thorax. L'exemple le plus simple nous est donné sur un cliché de thorax de face en haute tension par le bord gauche de l'aorte descendante qui est visible à travers la masse



a



b

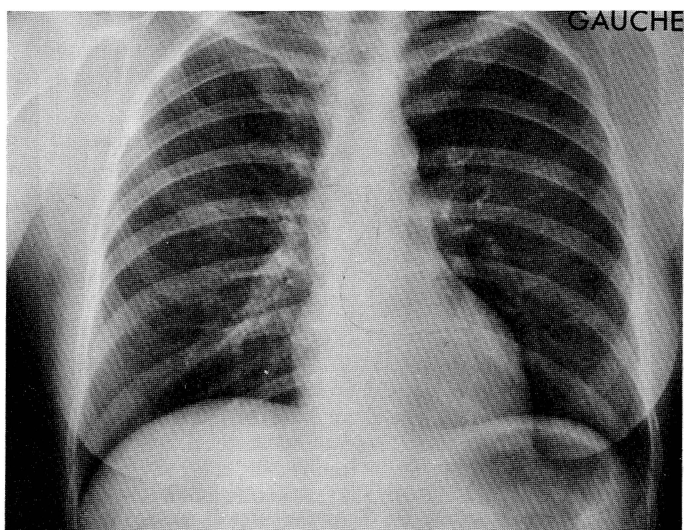


FIG. 1-10. — Radiographie du thorax de face.

a) Le sein gauche apparaît normal. Le contour inférieur du sein droit a disparu, mais il n'existe pas d'augmentation de transparence de la base pulmonaire de ce côté : le sein droit a simplement été légèrement remonté (schéma du sein droit).

b) Même malade cliché pris en position normale symétrique, zone de tangence au bord inférieur des deux seins (schéma).

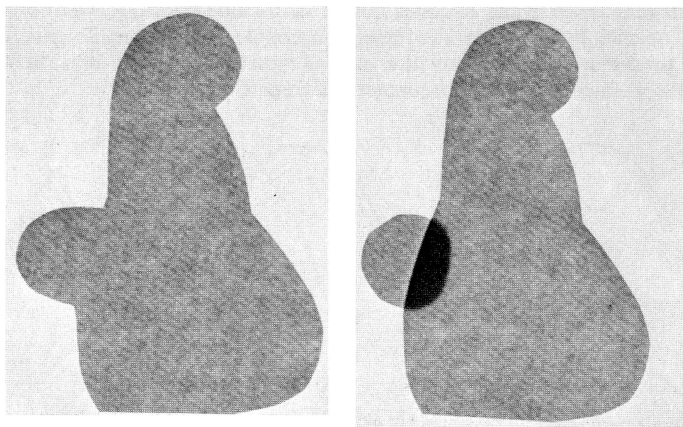


FIG. 1-11. – *Signes de la silhouette.* Photographie de feuilles de papier découpées posées sur un négatoscope.

A gauche : une opacité de même tonalité que le cœur et dans le même plan que lui. Le bord droit du cœur disparaît à ce niveau.

A droite : les deux papiers sont superposés, une opacité arrondie est située dans un plan différent, il existe une image de sommation et le contour du cœur est visible.

cardiaque ; en effet, le bord gauche de l'aorte est en contact avec l'air du poumon gauche (sur un cliché de thorax en basse tension, la totalité des rayons X peut être arrêtée par le cœur et la silhouette cardiaque apparaîtra blanche ne permettant pas de voir l'aorte à travers le cœur).

b) Deux structures de tonalité identique au contact l'une de l'autre ne sont séparées par aucun bord et apparaissent confondues (l'eau dans l'eau est invisible, fig. 1-8). Ainsi une opacité pulmonaire située au contact de la silhouette cardiaque effacera le bord du cœur (*signe de la silhouette*).

A l'état normal la coupole diaphragmatique droite est indissociable de l'opacité hydrique du foie. En cas de pneumopéritoine (en position debout), le croissant d'air sous-diaphragmatique isole le foie de la coupole diaphragmatique proprement dite.

Le signe de la silhouette est facile à reproduire sur un négatoscope : une feuille de papier placée sur un négatoscope arrête une partie de la lumière et provoque une plage grise ; si deux feuilles de papier sont placées de façon rigoureusement jointive, aucune ligne ne les sépare (deux structures de tonalité identique au contact l'une de l'autre apparaissent confondues). Par contre, si l'on glisse en partie les deux feuilles l'une sur l'autre, apparaît une image de sommation et les bords des deux feuilles sont visibles (fig. 1-11).

Ce même phénomène permet, sur un cliché de thorax de profil, de repérer les coupoles :

- la coupole droite est visible sur toute sa longueur ; en effet, elle sépare la masse hydrique du foie en bas et la clarté aérique du poumon droit en haut ;

– à gauche, en avant, le cœur, qui est de tonalité hydrique, vient s'appuyer sur l'opacité hydrique de l'abdomen surmontée par la coupole gauche. Les structures étant de même tonalité, aucune ligne ne les sépare ainsi, la coupole gauche s'efface en avant au contact du cœur (fig. 1-12).

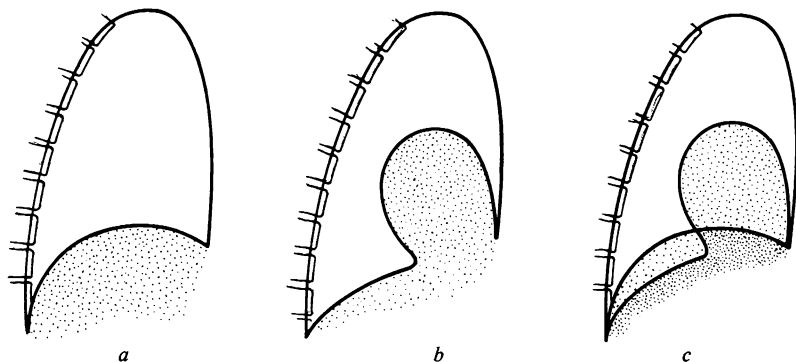


FIG. 1-12. – Thorax de profil.

- a) Schéma du poumon droit : la coupole droite est visible sur toute sa longueur.
- b) Schéma du poumon gauche : la coupole gauche s'interrompt en avant au contact du cœur.
- c) Schéma du cliché de profil qui additionne les deux poumons, il est facile de reconnaître les deux coupoles.

■ **La trame pulmonaire.** – Sur un cliché du thorax de face, la visibilité de certaines structures ne dépend que du milieu qui les entoure.

La trachée, conduit aérien, est visible au sein de la masse médiastinale. A l'opposé, les vaisseaux pulmonaires ne sont visibles que par contraste sur l'air du parenchyme pulmonaire. Les vaisseaux intramédiastinaux et les bronches intra-parenchymateuses sont invisibles.

– la trachée et l'origine des bronches souches sont visibles ; en effet, elles sont de tonalité aérique au sein de la masse hydrique du médiastin. Les bronches plus distales ne sont pas visibles, car leurs lumières contiennent de l'air et elles cheminent dans le parenchyme pulmonaire rempli d'air. Les parois bronchiques elles-mêmes sont trop minces pour être visibles. Cependant, dans la région juxta-hilaire, lorsqu'une bronche a un trajet de quelques centimètres parallèle à celui du rayonnement incident, les parois bronchiques ainsi enfilées deviennent visibles sur le cliché sous la forme d'un mince anneau blanc entouré d'air de part et d'autre. La branche de l'artère pulmonaire satellite est elle aussi visible pour les mêmes raisons sous la forme d'une pastille blanche. Ainsi est réalisée la classique image en lunette borgne ;

– à l'opposé, les vaisseaux pulmonaires sont confondus au sein de la masse médiastinale car ils sont de tonalité hydrique. Dans le parenchyme pulmonaire, la vascularisation pulmonaire réalise la trame vasculaire qui normalement est visible jusqu'à 1 à 2 cm de la périphérie du poumon (à l'extrême périphérie

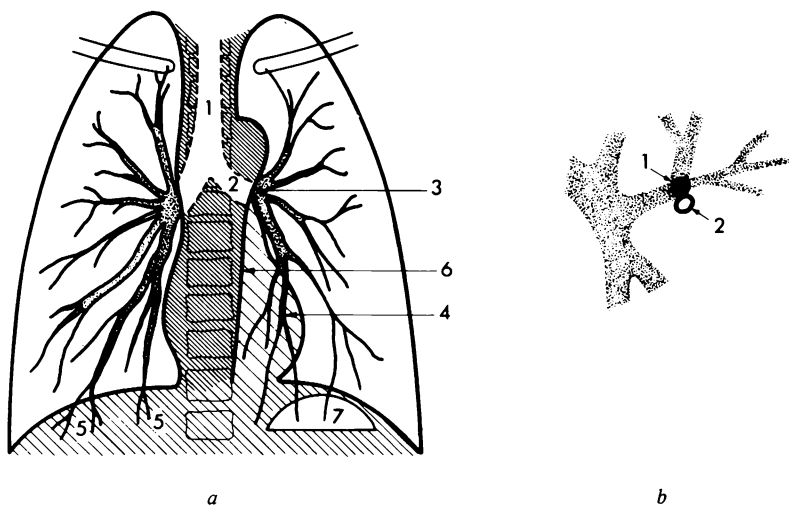


FIG. 1-13. – Les images des bronches et des vaisseaux pulmonaires.

a) Thorax de face en haute tension en position debout.

1, clarté trachéale ; 2, bronche souche gauche ; 3, artère pulmonaire ; 4, branches de l'artère pulmonaire gauche rétro-cardiaque ; 5, branches de l'artère pulmonaire droite en arrière de la coupole diaphragmatique ; 6, bord gauche de l'aorte descendante rétro-cardiaque ; 7, clarté de la poche à air gastrique.

b) Schéma de la division des artères pulmonaires dans la région juxta-hilaire : lorsqu'une branche de l'artère pulmonaire a un trajet dans le sens du faisceau, elle se traduit par une image blanche en pastille (1), la bronche satellite par un petit cerne blanc contenant de l'air (2) image en lunette borgne.

les vaisseaux pulmonaires sont d'un trop fin calibre pour être visibles sur les clichés) (fig. 1-13).

Dans certains cas pathologiques (v. opacités alvéolaires, chapitre 4) les alvéoles pulmonaires sont remplis de liquide. Les bronches intra-pulmonaires, qui ont une charpente cartilagineuse, restent pleines d'air. Ainsi, se forme le *bronchogramme aérien* : les bronches de densité aérique apparaissent sous la forme de petites trainées noires au sein de l'opacité hydrique. Ce bronchogramme aérien affirme la nature parenchymateuse de l'opacité et traduit l'existence d'une condensation pulmonaire par comblement des alvéoles adjacents.

■ *L'analyse de l'image*

Les notions précédentes sur la formation de l'image radiographique doivent vous permettre d'analyser la figure 1.-14. Faites vous-même une description des images de ces divers objets ovoïdes avant de vous reporter à la légende correspondante.

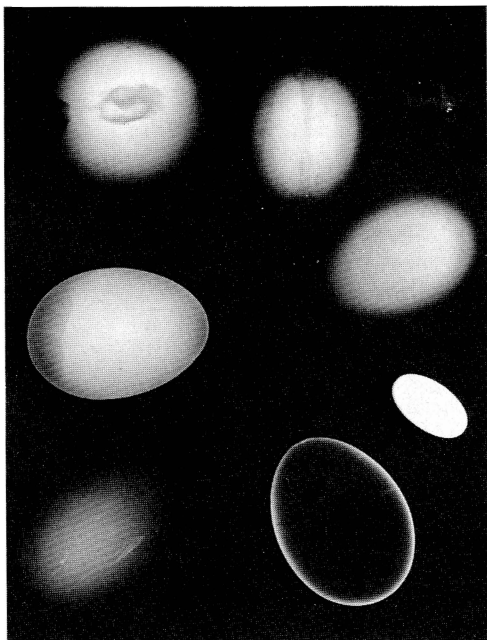


FIG. 1-14. – Radiographie de divers objets ovoïdes.

Sachant qu'un œuf est entouré par une mince coque calcaire, qu'il est de tonalité hydrique au centre et possède de plus une petite poche d'air il doit vous être facile de retrouver :

- L'œuf gobé avec une paroi calcaire et de l'air au centre. Cette image est identique à celle d'un kyste hydatique intra-hépatique calcifié, elle s'explique par la tangence du rayonnement aux parois calcaires, ainsi s'expliquent les calcifications du bouton aortique sur un cliché de thorax et les calcifications linéaires en rail des parois des artères lorsqu'elles sont calcifiées.

- L'œuf sans sa paroi calcaire plus dense au centre, car plus épais, il est hydrique. En passant de l'analyse à l'interprétation, vous pouvez conclure qu'il est dur, puisqu'il conserve sa forme.

- L'œuf à repriser en bois, une « fracture » du bois est visible ainsi que des traces de peinture radio-opaque.

- Le citron est reconnaissable à ses quartiers.

- La pêche : la chair et le noyau se confondent, seule est visible l'amande entourée par l'air contenu dans le noyau.

- L'opacité ovoïde de tonalité métallique, il s'agit d'une pièce de 5 F placée à 45°.

La reconnaissance d'une image connue est étroitement liée à l'observateur lui-même. Un objet présenté de façon « insolite » peut devenir totalement méconnaissable (fig. 1-15). L'analyse d'une radiographie nécessite non seulement une connaissance de l'anatomie, mais principalement de *l'anatomie radiologique*. L'apprentissage de cette anatomie ne peut se faire que sur des radiographies et ceci sous les diverses incidences habituelles.



FIG. 1-15. – *Une curieuse silhouette*

Ce dessin *a priori* n'évoque rien de connu. Il est ici présenté d'une façon « insolite », il suffit de retourner le livre et vous verrez apparaître la silhouette...

... de Mustapha Kemal (1881-1938), président de la Turquie sous le nom d'Atatürk (1923-1938) qui orne de nombreux bâtiments officiels de ce pays...

Enfin une même image peut être analysée de façon totalement différente par deux observateurs de bonne foi. Ceci est vrai sur la figure 1-16. Le même phénomène peut se reproduire sur une radiographie, en particulier lorsqu'un observateur néglige l'analyse systématique pour interpréter l'image plus en fonction de ce qu'il cherche qu'en fonction de ce qu'il trouve sur le cliché.



FIG. 1-16. - *A vous de choisir !*

Ce dessin classique est vendu dans de nombreux musées scientifiques aux U.S.A., avec comme légende : « Votre femme ou votre belle mère. » Vous pouvez en effet voir deux silhouettes sur ce même dessin. Il vous sera parfois difficile de voir les deux silhouettes, faites-vous alors aider par un autre observateur.

VII. - GLOSSAIRE

■ **Étude du cliché radiographique.** - Cette étude comporte deux temps distincts :

- *L'analyse* du cliché, consiste en une étude systématique, sans *a priori* et selon un plan précis de l'ensemble du cliché ; cette analyse repose sur les notions de formation de l'image radiologique et de radio-anatomie compte tenu de l'incidence ; cette analyse permet d'aboutir à toute une liste de diagnostics dont aucun n'est à rejeter *a priori* ;

- *L'interprétation* n'est que le deuxième temps, elle découle de l'analyse et tient compte du contexte clinique et des examens complémentaires, permettant ainsi de « choisir » les hypothèses diagnostiques les plus vraisemblables. L'interprétation est donc bien évidemment le temps le plus difficile de l'étude du cliché radiographique.

Certains termes sont fréquemment utilisés dans les compte-rendus radiologiques, ils ont tous une signification précise.

■ **Technique :**

- Pour chaque région à examiner, existent des incidences précises. *L'incidence* définit la position respective du tube à rayons X, du patient et de la cassette.

- *Le rayon directeur* est une ligne imaginaire, passant par le centre du faisceau de rayons X ; il doit atteindre le centre du film, il est habituellement matérialisé par un fin faisceau lumineux, qui permet le centrage du faisceau de rayons X sur la zone à radiographier.

- *En incidence antéro-postérieure*, le sujet place son dos contre la cassette et inversement, pour l'incidence postéro-antérieure.

- *L'incidence en profil droit* signifie que le sujet place son côté droit contre la cassette.

- *En oblique antérieure droite* (OAD), le sujet se place en oblique (par exemple à 45°), l'épaule droite en avant contre la cassette.

- *En position couchée*, le sujet peut être en décubitus (sur le dos) ou en procubitus (sur le ventre).

- *En décubitus latéral*, le sujet se couche sur côté droit, ou sur son côté gauche.

Les artéfacts sont des modifications présentes sur le film, qui n'ont pas de base anatomique sur la région radiographiée, mais sont introduits par une faute technique ; par exemple tache de produit de contraste sur la table, la cassette, ou les vêtements, détérioration de la cassette, des écrans ou du film. Présence de boutons ou de plis sur les vêtements. Visibilité des systèmes de contention ou de compression.

■ **Sémiologie :**

- *Augmentation de densité ou opacité* sont synonymes, traduisant une zone anormalement blanche sur le cliché (ces zones apparaîtraient en noir sur un écran de radioscopie conventionnelle) (fig. 1-17).

- *Une hyperclarté* ou une zone de moindre densité correspondent à une plage plus sombre sur le cliché radiographique.

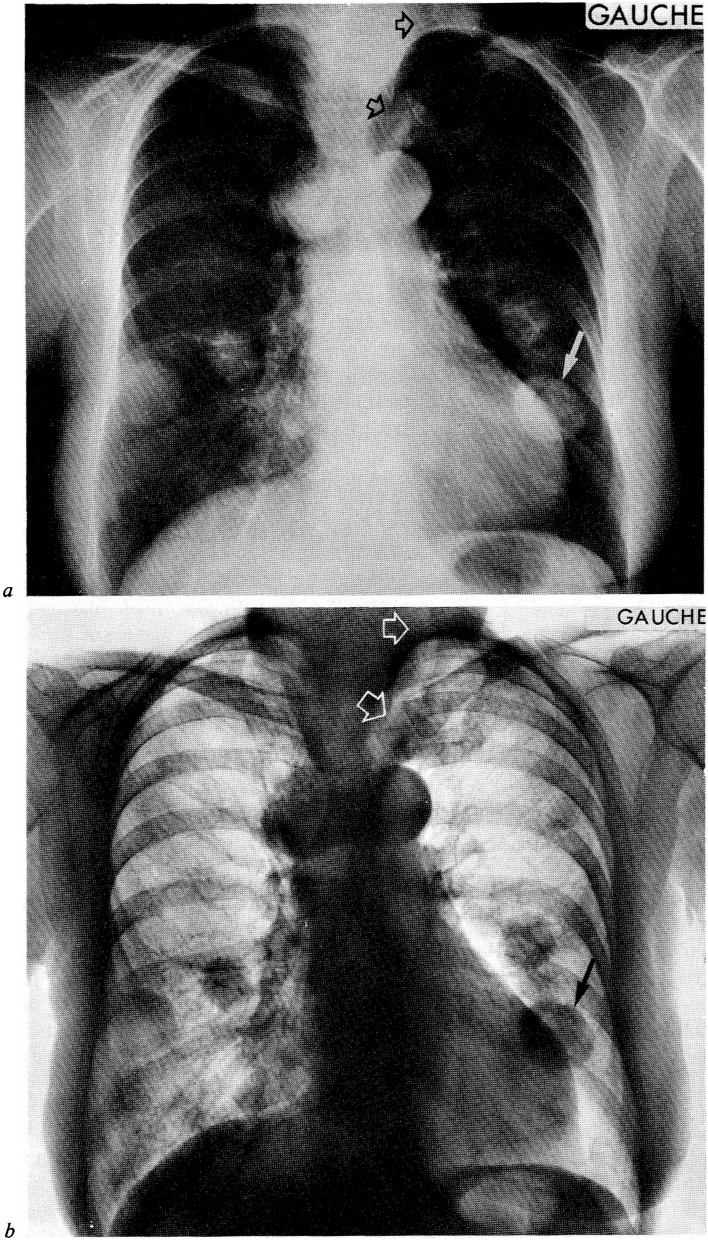


FIG. 1-17

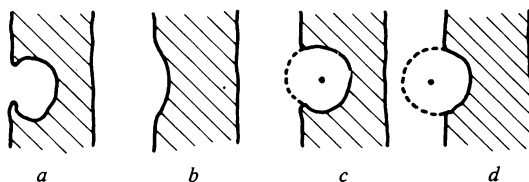


FIG. 1-18. – Différentes images lacunaires au sein d'un organe creux rempli de baryte.

- a) Image lacunaire due à une tumeur à développement intraluminal.
- b) Compression extrinsèque refoulant la paroi.
- c) Tumeur largement implantée. Tout se passe comme si le point de départ d'une tumeur sphérique était situé au centre de cette sphère : la position du centre de la tumeur par rapport à la paroi permet de diagnostiquer une tumeur intrinsèque (c) ou une compression extrinsèque (d).

– Une *image lacunaire* peut se rencontrer dans un organe creux. La lacune obstrue en partie cette cavité empêchant à ce niveau le remplissage complet de la cavité par le produit de contraste.

Une *compression extrinsèque* correspond à un refoulement localisé d'un organe creux. Plus que sur les angles de raccordement, le diagnostic différentiel entre image lacunaire intra-luminale et compression extrinsèque se fera sur la position du centre du cercle par rapport à cette paroi (fig. 1-18).

– Une *image d'addition* (ou niche) correspond à une image en saillie en dehors du contour normal d'un organe creux dans lequel pénètre l'opacifiant. Une image d'addition n'est ainsi bien vue que de profil. De face, elle entraîne la formation d'une image plus dense (voir Chapitre 6).

– Une *image hydroaérique* comporte un niveau horizontal surmonté par une clarté aérique. Une telle image de niveau n'est visible que si le rayon directeur est horizontal, ceci quelle que soit la position du patient.

D'autres termes seront envisagés dans les chapitres ultérieurs.

FIG. 1-17. – Cliché de thorax de face chez une femme.

Multiples opacités arrondies traduisant l'existence de métastases pulmonaires «image en lacher de ballons».

Ces métastases sont secondaires à un cancer du corps thyroïde qui refoule la clarté de la trachée vers la gauche (→).

Au niveau de la base gauche, la métastase (→) n'efface pas le contour du cœur, elle est donc située dans un plan différent (fig. 1-17).

- a) Cliché original tel qu'il est vu sur le négatoscope.
- b) Tirage photographique : les opacités apparaissent noires, c'est ainsi qu'elles seront représentées sur les schémas dans l'ensemble de ce livre.

VIII. – LE RISQUE RADIOLOGIQUE

■ *Les unités* : le becquerel (Bq) et le gray (Gy)

– *Le becquerel est l'unité de radio-activité* : une désintégration par seconde est un becquerel. Cette unité est infiniment plus petite que le curie (Ci) qui vaut $3,7 \times 10^{10}$ Bq.

Ce nombre de désintégration par seconde précise l'activité du corps radio-actif mais ne renseigne qu'indirectement que le risque subi par l'organisme. En effet, celui-ci dépend en plus de la nature du composé radio-actif, de la qualité du rayonnement qu'il émet (alpha, bêta, gamma), du milieu dans lequel il se trouve et de la distance entre la source radio-active et le sujet.

– *Le gray (Gy) est l'unité de dose absorbée* : il représente une énergie de un joule absorbé par un kilogramme de matière. Cette unité a été choisie pour des raisons de cohérence du système d'unité internationale. Le gray vaut 100 rads (1 rad = 1 cGy).

■ *Ordre de grandeur des irradiations.* – Les irradiations auxquelles peut être soumis un organisme s'étalent sur une échelle de 1 000 000 à 1.

a) *Quelques milliers de rads* (quelques dizaines de gray). – C'est le domaine de la radiothérapie, il faut 4 000 à 7 000 rads, dans le volume tumoral, pour guérir localement un cancer (le fractionnement en séances et l'étalement en jours de ces doses permettent d'avoir le maximum d'efficacité). Un sous-dosage mène à la récurrence et un surdosage créent des radio-lésions.

b) *Une centaine de rads* (quelques gray). – L'irradiation totale de tout l'organisme à une dose de 500 rads est habituellement mortelle (dans certains cas, des greffes de moelle osseuse ont permis de sauver des sujets ayant dépassé cette dose).

En irradiation partielle, le risque de radio-lésions précoces ou tardives est pratiquement nul, au pire une pigmentation cutanée persiste. Cependant de grandes enquêtes rétrospectives ont démontré que la fréquence de certains cancers (leucémie en particulier) pouvait être multipliée par dix (population d'Hiroshima).

c) *Une dizaine de rads* (0,1 Gy). – Quelques dizaines de rads en irradiation totale n'entraînent pas la mort.

Au niveau des gonades, on admet de la dose qui double la fréquence des malformations congénitales spontanées est de l'ordre de 30 à 80 rads. Il faut tenir compte de ces chiffres en cas de radiothérapie de tumeurs abdominales curables survenant chez des sujets jeunes (séminome, hémato-sarcome).

d) *Les irradiations de l'ordre du rad* (1 cGy). – La dose maximale admissible pour les travailleurs professionnellement exposés est de 5 rads par an. Toute personne travaillant dans un service de radiologie doit porter un dosimètre (formé d'un film photographique sensible à l'irradiation), une enquête est faite lorsque ce dosimètre révèle une irradiation supérieure à 0,1 rad dans le mois. Sur le plan pratique, ces chiffres ne sont qu'exceptionnellement atteints et il

s'agit alors de maladresses ou d'imprudences dans le domaine du radio-diagnostic (voir ci-dessous).

e) **Le dixième de rads** (0,1 cGy) : ordre de grandeur de l'irradiation annuelle reçue par la totalité de notre organisme (voir plus loin).

f) **Le centième de rad** (0,01 cGy) : telle est la dose approximative délivrée aux gonades (du fait du rayonnement diffusé) lors de radio-photographies pulmonaires.

g) **Le millième de rad** (0,001 cGy) : ordre de grandeur de l'irradiation délivrée en un an par l'industrie nucléaire dans les pays où elle est développée.

■ **Principales sources d'irradiation en France** : Rapport Académie des Sciences de Washington 1979. – En France les chiffres sont voisins d'après le SCPRI et le Ministère de la Santé.

a) **Irradiation naturelle** (dose moyenne en millirad par an à Paris) :

- les rayons cosmiques : 30 (100 à 2 500 mètres d'altitude) ;
- radio-activité du sol : 46 (200 dans les régions granitiques, 200 dans les régions dont l'eau est riche en radio-activité) ;
- radio-éléments naturels incorporés dans l'organisme 24 ;
- soit au total en région parisienne : 100 millirads par an (250 à 300 en Bretagne ou dans le Massif Central).

b) **Irradiation d'origine humaine** (valeur moyenne rapportée à l'ensemble de la population en millirad par an) :

- radiologie médicale : 100 (écarts individuels considérables) ;
- dues en 1977 aux retombées des essais nucléaires aériens : 5 ;
- voyages aériens : 0,1 (atteignant 250 à 500 pour les équipages des avions) ;
- industrie nucléaire : 0,15, dose prévue en l'an 2000 (variation en fonction des lieux d'habitation à 4 millirads par an pour des personnes vivant à proximité immédiate d'une centrale) ;
- montre à cadran lumineux : 0,5... ;
- divers : engrais...

c) **Au total**, l'irradiation d'origine naturelle est du même ordre de grandeur que celle d'origine humaine.

■ **L'irradiation en radiologie conventionnelle**. – En radiodiagnostic, les doses délivrées aux ovaires* sont de l'ordre :

a) **Pour des radiographies osseuses** des membres, du crâne, et du thorax, moins de 10 millirads (0,01 cGy). Pour les tomographies pulmonaires (voir page 215).

b) **Plusieurs radiographies de la partie haute de l'abdomen** (transit gastro-duodéal, vésicule) délivrent environ 30 à 200 millirads (0,03 à 0,2 cGy).

c) **Plusieurs radiographies de la partie inférieure de l'abdomen** (bassin, rachis lombaire, U.I.V., lavement baryté, hystérogographie) délivrent 400 à 4 000 millirads (0,4 à 4 cGy), voire même plus en cas de scopie prolongée.

* Aux testicules cette dose est d'environ la moitié.

■ Les organes sensibles

a) **La peau.** – Elle est sensible aux radiations de faible énergie. Les radio-lésions cutanées surviennent à des doses utilisées en radiothérapie (150 à 200 rads : un érythème 300 à 400 rads : une radio-épidermite ; 600 à 800 rads : une radiodermite).

Même avec un amplificateur de luminance, il ne faudra jamais *mettre ses mains dans le faisceau de rayons X* : ne jamais chercher un corps étranger ou réduire une fracture sous radioscopie. Dans certains cas exceptionnels, on est obligé de placer sa main dans le faisceau, celle-ci sera gantée et restera le moins de temps possible.

b) **La moelle hématopoïétique.** – Aucune manifestation hématologique n'a jamais été observée des patients même soumis à des examens radiographiques répétés.

c) **Le cristallin.** – Le risque est minime pour les radiations utilisées en diagnostic. Toutefois au cours de certaines explorations, le cristallin peut recevoir une dose qui risque d'accélérer son vieillissement.

d) **Au cours de la grossesse.** – La reconstitution des conditions techniques de l'examen permet de calculer, compte tenu de la morphologie de la patiente, la dose absorbée effectivement *par l'embryon*. En pratique, le plus souvent elle est au maximum de l'ordre du rad dans l'embryon (contrairement à la dose à la peau qui peut être d'une dizaine de rads).

L'effet des rayons X sur l'embryon et le fœtus est variable avec la dose absorbée et la date de l'irradiation. Durant les douze premières semaines de la gestation, l'irradiation pelvienne importante (plusieurs explorations lourdes) peut provoquer différents types de malformations, les plus graves concernant le système nerveux central ;

– *Pour une irradiation supérieure à 5 cGy (5 rads)* survenant avant la douzième semaine, il est raisonnable d'envisager une éventuelle interruption de grossesse, mais elle doit s'inscrire dans le contexte psycho-affectif familial du couple.

– *Au-dessous de ce chiffre*, il semble impossible d'affirmer la normalité future de l'enfant mais les risques semblent bien moins importants. En aucun cas, il ne faut oublier dans la discussion qu'il existe environ 1 % de malformations en apparence spontanées. L'irradiation ne fait qu'augmenter cette fréquence de base de quelques centièmes (passant ainsi par exemple de 1 % à 1,01 %), et en cas de malformations rien ne permettra de rattacher de façon formelle cette malformation à l'examen radiologique lui-même ou à la malchance.

– *A partir du huitième mois de gestation*, les risques sont pratiquement inexistants pour les examens radiologiques habituels.

■ **Le risque génétique.** – Le risque génétique est d'autant plus grand que l'exploration radiologique est pratiquée sur un sujet plus jeune. En effet, on postule qu'il n'y a pas de réparation du matériel génétique et que le nombre des mutations croît avec la quantité d'irradiations ionisantes reçues.

La dose qui doublerait la fréquence spontanée des mutations est d'une trentaine de rads ; pour que cette mutation soit découverte à la première génération, il faudrait qu'elle soit dominante, mais elles sont très rares. En cas de mutation de type récessif, elles ont bien moins de chance de se manifester ; en effet, au cours des générations successives, ce gène sera dilué avec la masse des gènes d'autres origines.

Sur le plan social, sur une vaste population, l'augmentation, même limitée, du nombre des mutations accroît inutilement le fardeau génétique de celle-ci, et peut avoir des conséquences sur l'équilibre génétique. Ce danger s'aggrave avec les progrès de la médecine qui permettent de conduire jusqu'à l'âge de la procréation des sujets tarés.

La « dose gonade population » délivrée par le radiodiagnostic équivaut actuellement à celle de l'irradiation naturelle. Avec des précautions, elle peut être réduite d'une façon considérable.

■ Les précautions pour réduire l'irradiation.

a) *Réduire le nombre des examens radiologiques*, ce problème concerne à la fois le médecin prescripteur et le radiologiste qui exécute l'examen. Il convient de poser les indications en fonction des résultats escomptés et de ne pratiquer un examen radiologique que si de son résultat peuvent dépendre des conséquences thérapeutiques.

b) *Chez la femme jeune* (en période d'activité génitale) pour éviter d'irradier une grossesse débutante, des explorations abdominales importantes seront pratiquées de préférence dans les dix jours qui suivent le début des règles (sauf nécessité ou urgence).

c) *Il faut réserver l'usage des rayons X* à ceux qui sont instruits de leurs dangers et qui savent prendre certaines précautions simples pour diminuer la dose par examen :

- réduire au minimum le champ d'irradiation en diaphragmant le faisceau des rayons X à l'organe à examiner (un cliché de thorax d'un petit enfant ne doit inclure ni la tête ni l'abdomen) ;
- diminuer la quantité de rayons X en utilisant un matériel adapté permettant des temps de pose courts et disposer de moyens de contention pour immobiliser le patient, en particulier en radiopédiatrie ;
- protéger chaque fois que ceci est possible les gonades du rayonnement primaire à l'aide d'un cache plombé ;
- supprimer la radioscopie conventionnelle qui doit être remplacée par la radioscopie avec amplificateur de luminence et chaîne de télévision ; toutefois la facilité de perception de l'image télévisée ne doit pas conduire à une utilisation trop prolongée ;
- réduire au cours d'un examen le nombre des clichés et supprimer en particulier toutes les incidences ou toutes les tomographies inutiles au diagnostic ;
- être avare de radiographies au lit qui exposent le patient et surtout le personnel à une irradiation plus importante que les mêmes examens réalisés en salle de radiologie (les examens au lit étant souvent de médiocre qualité du fait du manque de puissance de l'appareillage utilisé).

– Enfin, il ne saurait être question de faire un examen radiologique dans le simple but de conserver dans le dossier du malade des documents radiographiques. Il existe en effet des appareils de reproduction qui permettent d'obtenir par contact des copies fidèles (contre-types) du cliché radiographique original.

d) En conclusion, les explorations par les rayons X restent une méthode irremplaçable de diagnostic. A condition de respecter certaines règles, le risque est infime et étant donné les doses de rayonnement utilisées. Ainsi, un séjour de quelques semaines à 1 800 mètres d'altitude ou dans une maison en granit en Bretagne entraîne une irradiation plus importante que certaines radiographies.

Enfin les progrès technologiques (en particulier l'efficacité de plus en plus grande du couple écran-film) permettent d'effectuer des radiographies avec une dose de moins en moins importante de rayons X.

IX. – PRIX APPROXIMATIF EN FRANCS DES EXAMENS RADIOLOGIQUES LES PLUS COURANTS

(tarif convention de la Sécurité sociale, mai 1983)

Petit cliché osseux : 60 à 80 francs
Thorax face et profil : 135 francs
Crâne (3 incidences) : 240 francs
Un segment du rachis : 135 à 350 francs
Voies biliaires : 400 à 650 francs
Estomac ou côlon : 600 à 900 francs
Appareil urinaire : 600 à 850 francs
Artériographie : 1 500 à 3 000 (voire plus)
Echotomographie : 170 à 400 francs
Scanner : 900 à 1 200 francs

X. – COÛT EN FRANCE DU MATÉRIEL RADIOLOGIQUE CLASSIQUE

Un tube de rayons X (durée de vie 2 à 3 ans) : 50 000 à 150 000 francs
Une salle simple pour radiologie osseuse : 600 000 francs
Une salle télécommandée avec scopie télévisée : 1 500 000 à 2 000 000 de francs
Une salle de radiologie vasculaire : 3 000 000 à 4 000 000.

B. – LE SCANNER

I. – GÉNÉRALITÉS

Le terme scanner est celui le plus souvent utilisé. Il existe de nombreux synonymes : tomodensitométrie, tomographie axiale transverse avec ordinateur, scanner à rayons X, ou enfin scanographie, terme recommandé par l'Académie. Cette technique a été mise au point en 1972, en Angleterre par Hounsfield.

■ *En radiologie conventionnelle* le faisceau de rayons X qui a traversé le sujet est reçu sur un film radiographique. Ce film et l'œil humain qui va l'analyser sont tous deux de mauvais détecteurs de différences de densités. Ainsi toutes les structures de densité hydrique se confondent en une image grise, l'air est noir, l'os est blanc. Une tomographie conventionnelle permet d'éviter les superpositions gênantes et de ne radiographier qu'une « tranche » de la région à examiner, avec cependant les mêmes réserves, en ce qui concerne les différences de densités.

■ *Le principe du scanner* (fig. 1-19) :

– Le scanner utilise toujours les rayons X, mais *remplace le film photographique par un détecteur électronique* qui transforme les rayons X qu'il reçoit en signal électrique. Ces détecteurs sont beaucoup plus sensibles que le film radiographique et permettent de déceler des différences minimales d'absorption. Ainsi pour prendre un exemple au niveau du crâne, l'encéphale, le LCR, un hématome, auront une absorption différente et pourront être repérés chacun sur l'image, et ceci sans avoir à utiliser un produit de contraste.

– Le scanner utilise un fin faisceau de rayons X qui va tourner autour du sujet à examiner ; l'image obtenue est donc une coupe passant par le plan de balayage du faisceau. Il s'agit d'une *tomographie axiale*, c'est-à-dire explorant le sujet en coupe perpendiculaire au grand axe du corps humain.

– Le faisceau de rayons X utilisé fait quelques millimètres carrés de section ; après sa traversée du corps à examiner, le détecteur électronique va permettre de chiffrer avec une extrême précision l'absorption de ce faisceau. Ce chiffre obtenu correspond à l'absorption globale du fin faisceau dans toute la traversée du corps dans cette direction. Le déplacement (habituellement par rotation) de ce faisceau dans un plan permet de réaliser une série de mesures. Dans chaque position du faisceau, un chiffre de densité radiologique est enregistré et est stocké dans une mémoire magnétique. A la fin du mouvement de balayage, la mémoire a ainsi enregistré un très grand nombre de mesures correspondant aux différentes densités, sous les différents angles, dans le plan de balayage. Toutes ces mesures se recoupent entre elles. L'exploitation de ces données nécessite un ordinateur qui va reconstruire une image. L'image obtenue est une reconstruction mathématique de la structure des tissus traversés dans le *plan de parcours du faisceau de rayons X*. Ce résultat est possible grâce à des procédés de calculs mathématiques et à des recouvrements successifs, qui permettent à l'ordinateur, à partir des chiffres d'absorption de rayons X obtenus sous les différents angles, d'attribuer un chiffre d'absorption

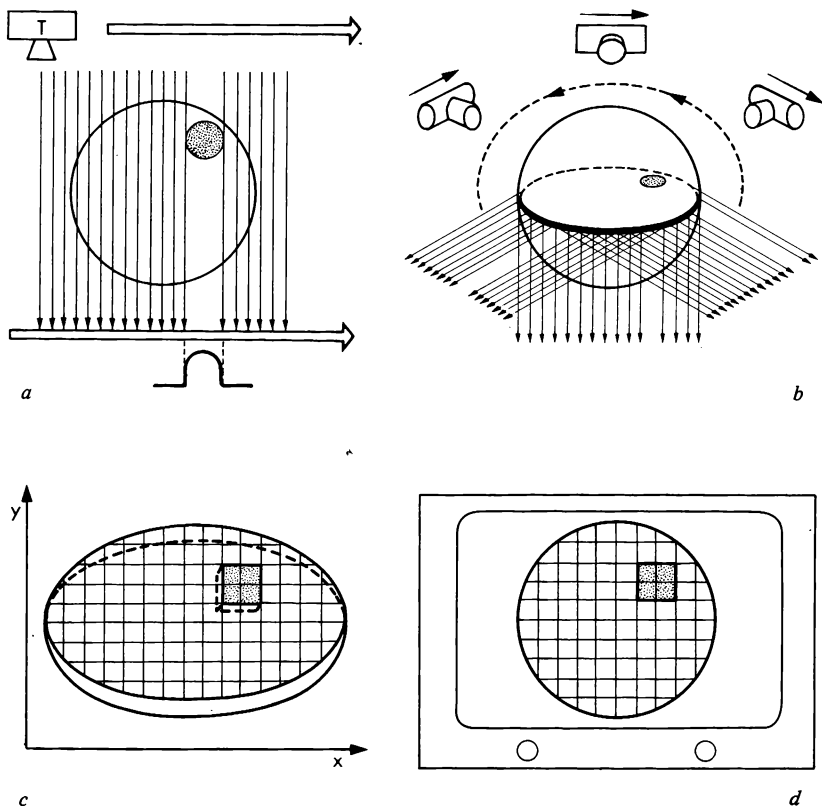


FIG. 1-19. — Principe du scanner.

L'image est une reconstruction mathématique de la structure des tissus traversés dans le plan de parcours du faisceau de rayons X (pour simplifier les schémas, l'objet examiné est ici une sphère de densité O contenant une opacité dans le plan de la coupe).

a) Réalisation d'un balayage transversal (ce mode de balayage est actuellement remplacé sur les appareils modernes par un balayage rotatif. Nous l'avons conservé car il se prête bien à une schématisation.) Le tube T se déplace en face d'une série de détecteurs réalisant de multiples mesures successives (de 500 à 1000), leur nombre représente la « matrice ».

b) Ce balayage est répété sous plusieurs angles (ici 3 balayages successifs ont été représentés).

c) Lorsque tous les balayages successifs ont été réalisés, l'ensemble du plan de coupe a été divisé en autant de parallélépipèdes (voxels) que comporte la matrice. Grâce au calculateur, il est possible d'affecter à chacun de ces volumes élémentaires, un chiffre de densité.

L'épaisseur des coupes réalisées varie de 3 à 15 millimètres suivant les appareils.

d) Il est ensuite possible de visualiser ces chiffres de densités en leur affectant un niveau sur l'échelle de gris du récepteur de télévision. L'image ainsi obtenue est formée d'une juxtaposition de petits carrés (pixels : picture element) d'environ 1 mm de côté.

de rayons X à chaque petit volume élémentaire. La taille de chaque volume élémentaire dépend du diamètre du faisceau et du nombre de mesures effectuées par l'appareil, celui-ci est habituellement de quelques dizaines de millimètres cubes.

II. - L'IMAGE OBTENUE AU SCANNER

■ *Le scanner permet de déceler des différences minimales de densité.* Ainsi dans le corps humain, il est possible de chiffrer environ un millier de niveaux de densité entre une structure osseuse et une structure aérienne. Ce chiffre dépend de l'échelle (arbitraire) choisie par le constructeur. Les chiffres obtenus en chaque point de la coupe sont enregistrés dans la mémoire magnétique du calculateur. Ces chiffres bruts attribués à chaque volume élémentaire représentent une quantité d'informations considérables qui ne seront pas toutes utilisées en même temps pour obtenir l'image finale.

■ *Un récepteur de télévision* est habituellement utilisé pour transformer en image les chiffres obtenus. Cependant, ce récepteur ne comporte entre le noir et le blanc qu'une douzaine de gris différents.

Il existe donc une **disproportion** entre les quantités d'informations contenues dans la mémoire magnétique sur une échelle d'un millier de niveaux et le téléviseur qui ne comporte que 14 niveaux. C'est à ce stade qu'intervient le choix du niveau et de la largeur de la fenêtre d'étude (fig. 1-20).

a) Lorsque la fenêtre d'étude est ouverte au maximum, l'os apparaît blanc, l'air noir et toutes les structures hydriques sont uniformément grises, l'image obtenue est celle d'une médiocre radiographie conventionnelle.

b) A l'opposé, un réglage de fenêtre étroite permet de mettre en évidence sur l'écran du téléviseur, des différences de densités minimales au sein des structures comprises dans la fourchette des densités choisies. Seule cette fourchette de densités est étudiée sur l'écran du téléviseur, toutes les structures ayant une densité supérieure sont uniformément blanches et les structures de densité inférieure, uniformément noires. Par exemple, sur une coupe du crâne, il est possible de faire apparaître les images des ventricules cérébraux contenant du liquide céphalo-rachidien au sein de l'encéphale et ceci sans avoir à utiliser un contraste artificiel ; de même, les hématomas intra-crâniens peuvent être visibles. Une fenêtre d'étude suffisamment étroite permet de restituer la totalité des informations contenues dans la mémoire magnétique autour du niveau de densité choisie.

III. - L'ÉTUDE DES IMAGES AU SCANNER

Contrairement à la radiographie conventionnelle où toutes les informations sont sur le film, *au cours des explorations au scanner la totalité des informations est contenue dans la mémoire magnétique, et c'est l'opérateur qui règle son appareil pour choisir l'image utile au diagnostic.*

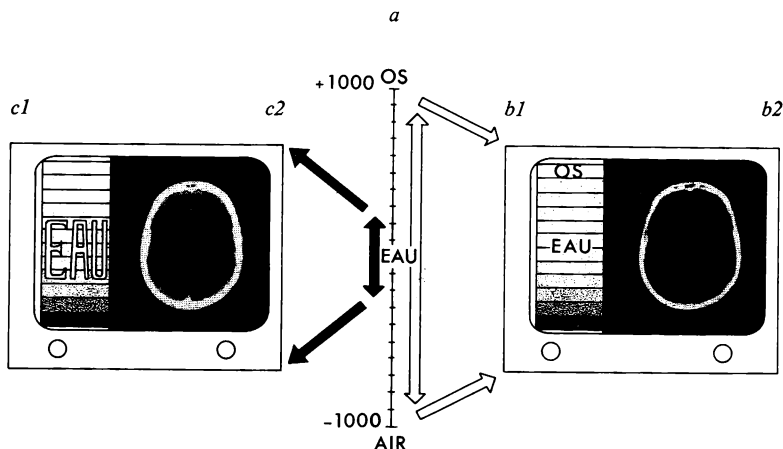


FIG. 1-20. – *Principe de l'exploitation de l'image au scanner.*

A la fin de chaque coupe, l'appareil a en mémoire, pour chaque petit cube élémentaire du plan exploré, un chiffre de densité radiologique.

a) Ces différentes densités radiologiques peuvent être placées sur une échelle arbitraire, ici par exemple, de - 1000 pour l'air à + 1000 pour l'os ; l'eau étant à 0 par convention.

b 1) Si l'on fait rentrer la totalité de cette échelle de densité sur un tube de télévision (sur lequel il n'est possible de faire que 14 niveaux différents allant du noir au blanc), l'os apparaîtra en blanc et l'air en noir. La « fenêtre » d'étude est large (flèches creuses).

b 2) Image obtenue avec le réglage b 1 : le contour de la boîte crânienne est visible ; le contenu du crâne apparaît uniformément gris.

c 1) A partir des mêmes données, si l'on travaille avec une « fenêtre » étroite (flèches pleines), centrée sur le niveau de densité de l'eau, il sera possible de distinguer des images de densités très voisines comme l'encéphale, le L.C.R. ou le sang.

c 2) Image obtenue avec le réglage c 1 : le L.C.R. contenu dans les ventricules cérébraux apparaît légèrement moins dense que l'encéphale.

Il est possible dans certains cas d'utiliser un contraste artificiel pour majorer certaines différences de densité (injection par voie veineuse d'un produit de contraste iodé ou ingestion d'un produit de contraste iodé par voie buccale (fig. 1-21).

Par convention, les images sont présentées comme si l'observateur regardait la tranche de section par sa face inférieure, c'est-à-dire à partir de la plante des pieds du patient (fig. 1-25).

Les images obtenues sont des tomographies habituellement axiales c'est-à-dire explorant le sujet en coupe perpendiculaire au rachis. Cependant, à partir d'une succession de coupes axiales suffisamment rapprochées, le calculateur est capable de reconstruire une image dans un plan perpendiculaire à ces coupes, en choisissant les informations contenues à l'intersection de ce plan imaginaire avec les différentes coupes réalisées. La finesse de cette image

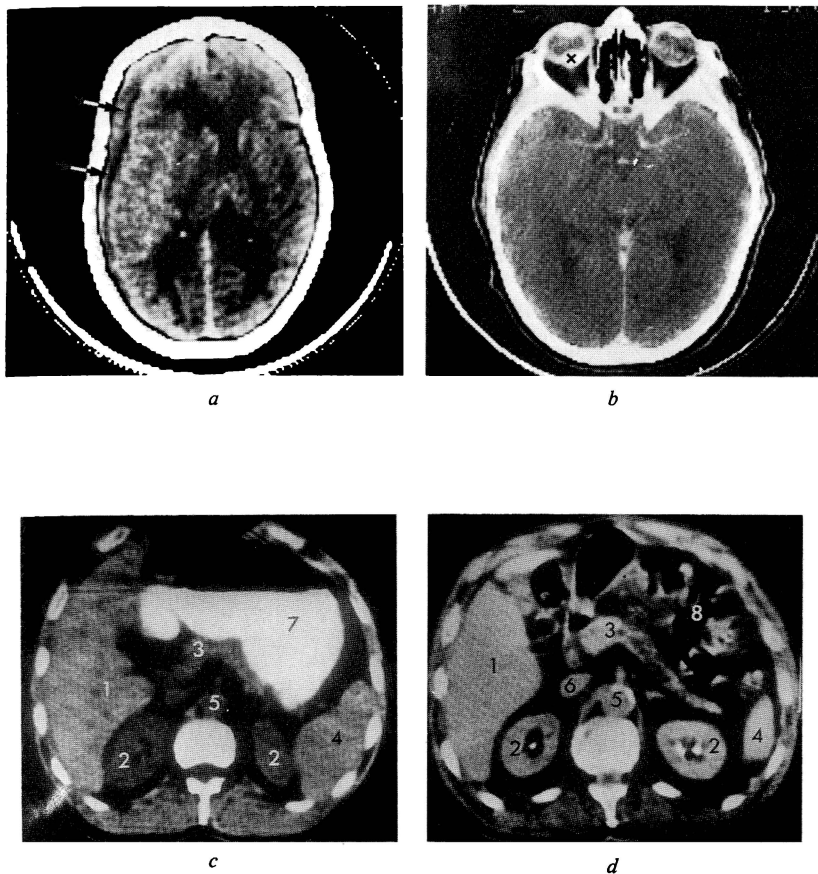


FIG. 1-21. – Coupes au scanner.

a) Traumatisme crânien : décollement du côté droit (→) traduisant un hématome refoulant l'encéphale vers la gauche ainsi que les structures médianes.

b) Coupe passant par les globes oculaires. Les nerfs optiques sont visibles au sein de la graisse rétro-orbitaire. Augmentation de densité à la partie inférieure de l'œil droit (x) : tumeur de la rétine.

c) Coupe transversale au niveau de l'abdomen passant par l'estomac (après ingestion de produit de contraste).

1, foie ; 2, reins ; 3, pancréas ; 4 rate ; 5, aorte ; 6, veine cave inférieure ; 7, estomac (le patient est en décubitus dorsal et l'air surmonte le produit de contraste intra-gastrique) ;

d) Coupe transversale passant par un plan plus inférieur. Les cavités pyélocalicielles contenant de l'urine opacifiée sont visibles.

8, les anses grêles.

dépendra du nombre d'informations qu'elle contient, c'est-à-dire du nombre, de l'épaisseur et de l'espacement des coupes axiales initiales.

Lorsque l'image obtenue sur le récepteur de télévision est satisfaisante celle-ci est reproduite le plus souvent à l'aide d'un appareil photographique, (soit sur un film classique, soit sur un film à développement instantané.) Sur ce document, figurent en général une série de chiffres précisant le réglage utilisé : largeur de fenêtre et niveau moyen de celle-ci.

Le stockage des explorations réalisées au scanner sur une bande ou un disque magnétique permet, lorsque cela est nécessaire, de réétudier le dossier et d'obtenir de nouvelles coupes en changeant éventuellement les réglages utilisés précédemment.

Il est possible d'utiliser un scanner pour obtenir une image correspondant à la projection du corps radiographié (similaire à une radiographie conventionnelle). Il suffit de déplacer le malade dans le faisceau de rayons X face à la barrette de détecteurs. Ainsi peut être obtenue une image numérisée ligne par ligne qui correspond à la projection sur les détecteurs du corps déplacé. Ce mode opératoire du scanner est principalement utilisé pour repérer de façon très précise le niveau des coupes tomographiques pratiquées.

IV. – DOSES D'IRRADIATION AU SCANNER

La dose d'irradiation dépend du nombre de coupes, du niveau de celles-ci et du type de l'appareil.

Pour une seule coupe effectuée au niveau de l'ombilic la dose gonades est d'environ : 0,001 rads (ou cGy).

V. – COÛT DES APPAREILS EN FRANCE

Un scanner corps entier coûte environ : entre 6 000 000 et 7 000 000 de francs, et son entretien au minimum 7 à 8 % du prix d'achat du scanner.

C. – LA DIGITALISATION DE L'IMAGE TÉLÉVISÉE

Il s'agit d'une technique nouvelle utilisant les rayons X, un amplificateur de brillance et un calculateur.

I. – GÉNÉRALITÉS

En radiologie conventionnelle, le cliché radiographique est la représentation de l'absorption d'un faisceau de rayons X après la traversée d'un corps. Cette représentation est « *analogique* », en effet le noircissement du film varie approximativement comme l'absorption des rayons X.

La digitalisation (ou numérisation) de l'image télévisée. Si l'absorption des rayons X est indiquée par des nombres, on aura une représentation *numérique ou digitale* de l'information. L'avantage de ce mode de représentation est de permettre le traitement de celle-ci (soustraction de densités en particulier).

Face à l'image (analogique) de l'écran secondaire de l'amplificateur existe un convertisseur analogique/numérique qui va affecter à chaque point de cette image un chiffre. Les appareils actuellement fabriqués permettent de représenter plus de 200 valeurs de brillance depuis l'obscurité jusqu'à la valeur maximale. Le nombre de points élémentaires de l'image est aux environs de 250 000. Il est très probable que dans un proche avenir ces performances seront dépassées.

Cette *image numérique* est stockée dans une mémoire magnétique à grande capacité qui peut emmagasiner plus d'un millier d'images au total. Cette image numérisée va pouvoir être traitée, sans subir de dégradation, puis reconstituée de telle sorte que le radiologiste retrouve sur l'écran de télévision l'image à laquelle il est habitué.

II. – L'ANGIOGRAPHIE PAR DIGITALISATION DE L'IMAGE.

L'injection *intra-veineuse* d'un produit de contraste va entraîner une augmentation du contraste dans les veines, puis dans les artères, ceci même à distance du point d'injection. En effet la possibilité de distinguer environ 250 demi-teintes permet de dépister une faible concentration de produit de contraste dans un vaisseau. Ceci est possible en traitant l'image, c'est-à-dire en pratiquant la soustraction de l'image obtenue avant injection de produit de contraste. Il ne reste plus sur l'image finale que l'image du vaisseau à condition de bien choisir la fenêtre d'exploration comme pour le scanner, afin de se placer dans la zone de densités qui est intéressante. En effet, seule doit être prise en compte la différence de tonalité entre les vaisseaux injectés et les autres organes anatomiques soustraits.

Cette technique permet une angiographie par injection intra-veineuse supprimant toute prémédication, toute anesthésie et tous risques liés à la ponction artérielle. L'angiographie peut devenir ainsi une technique ambulatoire. Cependant avec les appareillages actuels qui ont un temps de pose long,

il n'est possible d'explorer que des organes relativement immobiles, en particulier des artères d'un certain calibre comme les troncs supra-aortiques, les carotides au niveau du cou, l'aorte abdominale, les artères rénales, les artères iliaques et le trépied fémoral.

L'absence de risque permet ainsi de vérifier ces artères au moindre doute clinique.

L'accroissement des performances de ce type d'appareil va permettre dans un avenir proche de l'utiliser en angiographie cardiaque réduisant ainsi de plus en plus les examens avec cathétérisme qui comportent toujours un risque.

Doses d'irradiation. – Le diamètre des amplificateurs de brillance actuellement utilisé ne dépasse pas 30 centimètres et oblige à plusieurs injections successives. Cependant la dose d'irradiation reste raisonnable ; en effet la scopie télévisée n'est pas réalisée en continu, mais un générateur à tension « pulsée » qui n'envoie des rayons X que lorsqu'une image est enregistrée.

Avenir des techniques de digitalisation de l'image. – Ces techniques sont récentes et coûteuses, mais étant donné leurs avantages, elles vont se développer rapidement pour occuper une place importante en particulier dans le dépistage des lésions athéromateuses.

D. – L'ÉCHOTOMOGRAPHIE

L'échotomographie utilise les ultrasons (qui sont des ondes acoustiques) ; il s'agit donc d'une technique qui ne comporte pas les risques des explorations faites avec des rayons X, d'où son intérêt en particulier pour les explorations chez la femme enceinte.

PROPRIÉTÉS DES ULTRASONS

■ *La propagation des ultrasons :*

- dans un milieu de structure homogène, les ultrasons se propagent en ligne droite, et s'atténuent suivant la loi de l'inverse du carré des distances. Leur vitesse de propagation dépend de la rigidité et de la densité du milieu traversé ;
- dans un milieu de structure hétérogène, la caractéristique des ondes sonores est de se réfléchir sur chaque obstacle en renvoyant un écho. Ainsi à chaque séparation entre deux milieux de propriété acoustique différente, seule une partie de l'énergie est transmise dans le sens du faisceau, le reste de l'énergie est réfléchi par l'interface (fig.1-22). Si cette interface est perpendiculaire à l'onde ultrasonore, cette onde réfléchi ou écho sera détectée par la sonde et sera exploitée dans les appareils d'échographie. Si cette interface est oblique, l'onde ultrasonore réfléchi sera perdue, mais va continuer à atténuer le faisceau.

■ *L'échographie utilise une sonde émettrice-réceptrice* – L'émetteur ultrasonore ou sonde est composé d'une céramique piezo-électrique, qui, lorsqu'elle est soumise à une impulsion électrique émet une onde ultrasonore très brève. Celle-ci se propage dans les tissus et se réfléchit sur les interfaces. Dans le

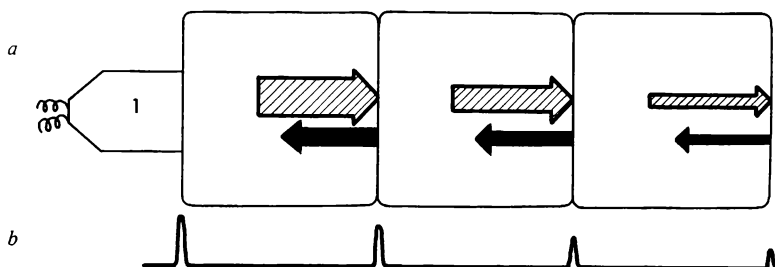


FIG. 1-22. – Principe de l'échographie.

a) Propagation des ultrasons à travers trois milieux successifs. La sonde émettrice 1 émet des ultrasons (flèche hachurée) dont l'énergie décroît avec la profondeur. A chaque interface se produit un écho (flèche noire). Ces échos sont enregistrés par la sonde 1 qui est émettrice-réceptrice.

b) Tracé enregistré par la sonde : chaque écho se traduit par un pic électrique (échographie A).

« silence » qui suit l'émission, la sonde va enregistrer les échos parvenant de la profondeur : la sonde est ainsi devenue *réceptrice*. Elle ne reçoit que les échos provenant d'interfaces perpendiculaires au trajet des ultrasons incidents. Les échos provenant de ces interfaces atteignent la sonde avec un retard par rapport à l'émission qui est d'autant plus grand que la surface réfléchissante est plus éloignée de la sonde. Chaque écho reçu par la sonde est transformé en un signal électrique ; connaissant le temps écoulé entre l'émission ultrasonore et la réception de l'écho de retour ainsi que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans le milieu traversé, il est possible de déterminer la profondeur de l'interface responsable de l'écho enregistré.

Lors du passage d'un milieu à un autre, l'intensité de l'écho dépend de la différence d'élasticité entre les deux milieux (différence d'impédance acoustique). Les échos se propagent facilement dans les structures de densité hydrique du corps humain, mais lorsque le faisceau va aborder une structure osseuse ou une structure aérique, la variation d'impédance acoustique entre l'eau et l'os ou entre l'air et l'eau sera telle qu'il se produira une réflexion totale des ultrasons empêchant ainsi la propagation des échos en profondeur. Ce phénomène explique la nécessité d'un contact entre la sonde et la peau et par ailleurs l'impossibilité qui existe d'étudier une structure qui est « cachée » derrière une structure osseuse ou une zone pleine d'air.

Pour les applications médicales, on utilise les fréquences de quelques mégahertz. Les sondes de haute fréquence permettent une étude fine à une faible profondeur. Pour une étude à plus grande profondeur, des sondes de plus basses fréquences sont nécessaires.

■ Les différentes techniques ultrasonores :

– *L'échographie A* (Amplitude) retranscrit sous forme d'un signal électrique chaque écho dans la direction du faisceau ultrasonore. Le tracé A est donc formé d'une succession de pics représentant les différents échos en profondeur. L'amplitude des pics est proportionnelle à l'intensité des échos. Le mode A n'a que peu d'intérêt diagnostique, il est principalement utilisé pour contrôler le bon réglage des appareils.

– *L'échographie B* (Brillance). Chaque pic du tracé A, suivant son intensité, est remplacé par un point plus ou moins brillant. Le déplacement de la sonde sur la peau du patient permet d'enregistrer la structure échographique des tissus traversés dans le plan du faisceau ; il s'agit bien d'une *échotomographie*. L'image de la répartition des échos obtenue dans le plan de balayage de la sonde est stockée dans une mémoire et apparaît sur l'écran de télévision sous la forme d'une juxtaposition de petits points plus ou moins brillants sur fond noir (cette représentation est celle la plus couramment adoptée, mais un réglage inverse du téléviseur est possible, les échos apparaissant en noir sur fond blanc).

La sonde étant déplacée manuellement, de la précision du geste de l'opérateur dépend en grande partie la qualité de l'image.

– *Le mode D* (Dynamique) fournit une image en temps réel. Dans ce cas, il n'existe plus une sonde unique, émettant un seul faisceau, mais une barrette contenant plusieurs faisceaux ou un dispositif mécanique électronique qui fournit en permanence un large faisceau ; à chaque position de la barrette correspond un plan d'étude. Le renouvellement continu des impulsions

ultrasonores permet d'obtenir une image dynamique, mettant en évidence le mouvement des organes. Un dispositif « d'arrêt sur l'image » permet de figer les plans d'étude les plus favorables pour les photographies.

– *Le mode TM (Temps Mouvement).* – Les informations obtenues en mode A sont ici étudiées en fonction du temps par un balayage horizontal permanent de l'écran du récepteur de télévision. Ainsi les structures mobiles sont représentées par des courbes et les structures immobiles par des droites. Ce mode d'exploration est surtout utilisé en cardiologie.

■ *La formation de l'image échographique* (fig. 1-23). – Une bonne image échographique ne peut être obtenue que si la fréquence de la sonde a été correctement choisie en fonction de la profondeur d'étude et si l'amplification a été correctement réglée. L'amplification a pour but d'augmenter la valeur des échos lointains, leur permettant ainsi d'être décelés par la sonde.

– *Les structures à contenu liquidien* (vésicule biliaire, kyste) étant de structure homogène, sont dépourvues d'écho et apparaîtront sur la coupe comme un vide. Au cours de la traversée, de ce vide, le faisceau n'aura subi aucune atténuation, il sera donc en aval proportionnellement plus énergétique

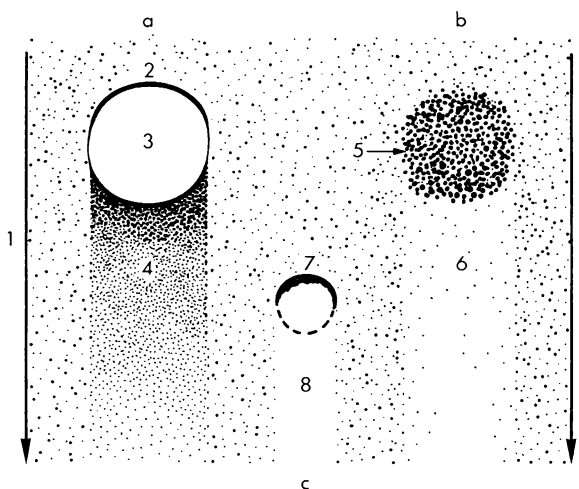


FIG. 1-23. – Les différentes images échographiques représentées ici au sein d'une structure homogène (tel le foie).

1, direction du faisceau d'ultrasons.

a) Structure à contenu liquide pur (kyste, vésicule...); 2, paroi antérieure; 3, zone vide d'écho au sein du liquide homogène; 4, renforcement postérieur des échos.

b) Tumeur solide dense. 5, renforcement des échos au sein de la masse échogène; 6, discrète atténuation des échos en aval.

c) Volumineux calcul arrêtant les échos. 7, réflexion totale à la face antérieure du calcul (la totalité du calcul est dessinée en pointillé); 8, ombre portée: absence de propagation des échos en aval.

dans les zones adjacentes, d'où le renforcement des échos en aval d'une structure hydrique homogène.

– Une tumeur solide, franchement plus dense que le parenchyme adjacent, sera repérée comme une zone fortement échogène avec au-delà une légère atténuation du faisceau en rapport avec les nombreux échos dans la zone tumorale.

– Les parenchyms (foie, rate, reins) ont à l'état normal une échostructure homogène, c'est-à-dire que leur image est formée d'une répartition régulière de petits échos harmonieusement répartis.

– Une structure dense va se comporter comme un écran, ainsi un calcul entraîne un écho net à sa surface dû à la réflexion totale des échos à son niveau et suivi d'une ombre portée dépourvue de tout écho, le faisceau ayant été arrêté par le calcul.

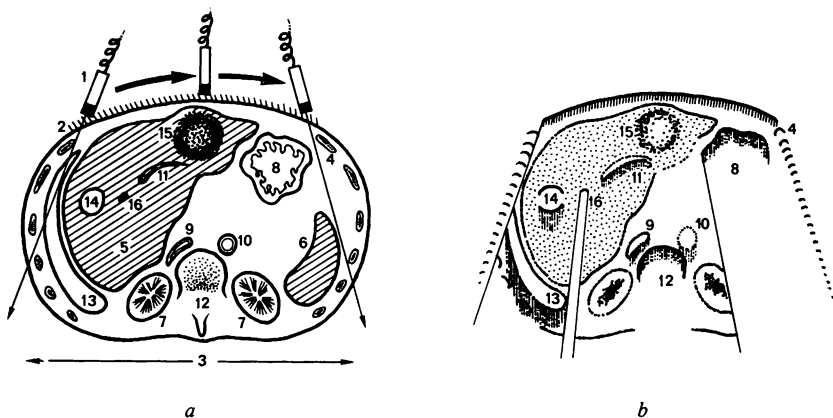


FIG. 1-24. – Sémilogie échotomographique.

a) Coupe anatomique transversale schématisée de la partie haute de l'abdomen en décubitus dorsal.

1, sonde ; 2, gel aqueux sur la peau ; 3, champ d'exploration limité par les côtes (4), 4, côtes ; 5, foie ; 6, rate ; 7, reins ; 8, estomac rempli d'air ; 9, V.C.I. ; 10, aorte ; 11, branche gauche de la veine porte ; 12, rachis ; 13, lame d'ascite décline ; 14, kyste intra-hépatique ; 15, tumeur hépatique à centre nécrosé ; 16, calcification ou calcul.

b) Image échotomographique correspondante :

4, réverbération parasite produite par la côte ; 8, ombre portée due à l'air contenu dans l'estomac ; 9, veine cave ; 10, aorte ; 11, branche gauche de la veine porte ; 12, arrêt de la propagation du son au niveau du rachis ; 13, ascite : croissant dépourvu d'écho présentant un renforcement des échos en arrière ; 14, kyste : image vide d'écho à limites antérieure et postérieure nettes, renforcement des échos en arrière ; 15, tumeur : image échogène et hétérogène présentant en son centre une zone pauvre en échos, discrète atténuation de l'image en arrière ; 16, calcification ou calcul : zone très échogène en croissant et ombre portée franche.

Guide pratique d'échotomographie abdominale, J. Taboury, Masson, Paris.

– Certaines zones sont *pauvres en échos*, un abcès ou une tumeur nécrosée peuvent avoir des aspects échographiques presque voisins.

Cette séméiologie échographique élémentaire est résumée sur la figure 1-24.

■ **L'étude de l'image échographique.** – Un des avantages de l'échographie est de permettre la réalisation de coupes dans tous les plans de l'espace et non plus seulement des coupes axiales, comme le scanner. Ce qui nécessite de la part de l'opérateur une excellente connaissance de l'anatomie topographique des organes. En pratique l'opérateur réalise de multiples coupes et choisit de photographier celles qui lui paraissent les plus utiles au diagnostic.

Par convention (comme pour le scanner), les coupes échographiques sont présentées comme étant vues par les pieds du patient (fig. 1-25). Lorsque les coupes sont des vues latérales, il est habituel de placer la coupe de façon à ce que la tête du patient soit à gauche de l'observateur et les pieds à droite.

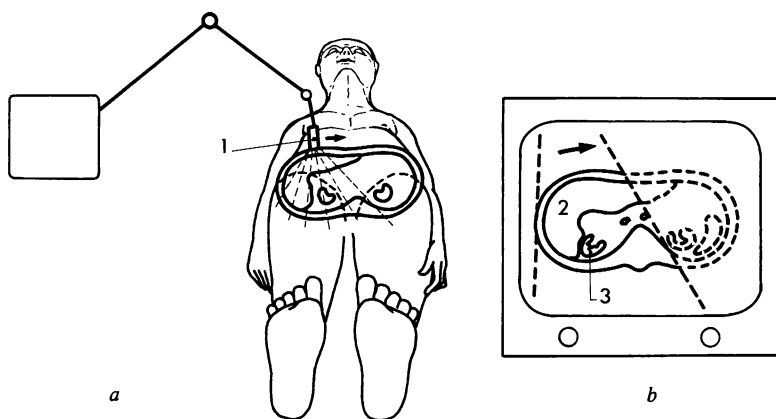


FIG. 1-25. – Échotomographie.

a) Patient en décubitus dorsal, la sonde (1) émettant le faisceau ultrasonore est déplacée au contact de la peau du patient.

b) Images sur le poste de télévision de la répartition des échos dans le plan de parcours du faisceau ; (2) foie ; (3) rein droit.

■ **Coût du matériel d'échographie en France :**

Appareil temps réel (obstétrique) : 150 à 250 000 francs

Échotomographe (mode A et B) : 350 à 500 000 francs

Échocardiographe : 400 à 1 000 000 francs.

E. – LA RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE (RMN)

La R.M.N. est une technique récente appelée à grand avenir. Elle apporte *des informations d'ordre chimique* en exploitant les propriétés magnétiques des noyaux atomiques.

I. – PRINCIPE

La R.M.N. utilise essentiellement un champ magnétique statique, une impulsion d'ondes de radio-fréquence, et un calculateur.

Le sujet à examiner est placé dans un *champ magnétique statique* intense. Ce champ est statique, c'est-à-dire qu'il ne bouge pas mais cependant n'est pas rigoureusement uniforme (variation d'intensité peu intense, constante dans l'espace qui sert au « repérage » des différentes mesures effectuées). Sous l'effet de ce champ magnétique, les noyaux atomiques vont être « perturbés ». L'impulsion de l'onde de radio-fréquence brève va modifier les états de certains noyaux atomiques. L'analyse de l'onde résultante par le calculateur permet la mesure de la densité et des propriétés de ces noyaux.

Cette technique débouche sur plusieurs applications :

II. – APPLICATIONS PRINCIPALES

■ *Reconstruire une image* du même type que celle du scanner. Les appareils actuels, du fait de la puissance de leurs électro-aimants, permettent principalement d'étudier la densité des atomes d'hydrogène. A partir des chiffres de densité dans un plan, il est possible de reconstruire sur l'écran du récepteur de télévision une image de coupe identique à celle du scanner. Les images obtenues actuellement sur certains prototypes sont de la même qualité que celles des scanners. L'un des avantages de la méthode est de permettre une reconstruction dans n'importe quel plan, en particulier frontal ou sagittal et non pas seulement axial. L'utilisation de composés fluorés injectés par voie intra-veineuse et les mesures portant électivement sur la résonance magnétique des atomes de fluor permettront de se faire une idée de la vascularisation de certaines tumeurs.

■ *Obtenir une approche métabolique.* – La densité de certains noyaux atomiques est le reflet de la composition chimique du tissu exploré et de son métabolisme, ainsi la densité des atomes de phosphore pourra permettre de repérer les zones d'ischémie au niveau du cerveau ou du muscle, mais ces résultats sont encore aux stades expérimentaux.

■ *Étudier la densité d'autres noyaux atomiques* : il sera possible grâce à des appareils puissants de mieux mettre en évidence, de façon élective, certains organes et peut être d'identifier certaines tumeurs.

F. – LA RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Pendant longtemps cantonnée au *diagnostic*, la radiologie actuellement participe dans plusieurs domaines au *traitement* proprement dit.

I. – EN PATHOLOGIE VASCULAIRE

■ *Les angioplasties endoluminales* peuvent permettre, dans certains cas, d'éviter au malade un acte chirurgical lourd : au décours de l'artériographie, une sténose athéromateuse peut être dilatée par une sonde à ballonnet. Cette sonde est mise en place et le ballonnet gonflé (à l'aide de produit de contraste) ; il va ainsi se mouler sur la sténose, l'inflation du ballonnet sera poursuivie jusqu'à ce que celui-ci ait pris le calibre normal de l'artère à ce niveau. Une artériographie de contrôle vérifiera la qualité du résultat obtenu. Cette technique a tout d'abord été réservée aux sténoses courtes, isolées des gros troncs comme les artères iliaques. Elle s'applique aux sténoses des artères rénales et peut même être utilisée sur des sténoses ostiales coronariennes (à condition bien sûr que le réseau artériel soit de bonne qualité).

■ *Les occlusions vasculaires.* – Dans certains cas de tumeurs hyper-vascularisées, de malformations artério-veineuses ou de fistules artério-veineuses, il peut être intéressant de supprimer l'apport artériel en embolisant les pédicules nourriciers. Ces techniques font appel à différents produits visant à obturer ces artères. De même, en cas d'hémoptysies récidivantes du sujet jeune, la découverte d'anomalies sur l'artériographie bronchique peut rendre nécessaire une tentative d'embolisation. Enfin, il est possible, par voie transhépatique, d'introduire un cathéter dans la veine coronaire stomachique pour tenter d'emboliser de volumineuses varices œsophagiennes en cas d'hypertension portale. Il faut savoir que certains de ces actes ont l'avantage d'être peu traumatisants mais restent du domaine palliatif.

■ *Les perfusions in situ.* – Il est possible, grâce à la radioscopie télévisée, de mettre en place de petits cathéters afin d'apporter *in situ* de la Streptokinase pour lyser un caillot, une chimiothérapie locale, à une forte concentration (comparée à celle obtenue par voie générale) en cas de tumeur. Enfin d'autres drogues peuvent être utilisées pour provoquer une vasodilatation ou une vasoconstriction localisée.

II. – EN PATHOLOGIE BILIAIRE

L'échotomographie permettant de repérer facilement les canaux biliaires dilatés, il est facile de faire le diagnostic d'obstacle sur les voies biliaires chez un malade ictérique. La ponction transcutanée transhépatique, guidée sous scopie télévisée, peut permettre l'introduction d'un cathéter dans les canaux biliaires dilatés, et bien souvent de franchir l'obstacle réalisant un drainage interne (le cathéter multiporé assurant ainsi l'écoulement de la bile dans

le duodénum). En cas de tumeur du pancréas il s'agit d'un traitement palliatif qui a l'avantage d'améliorer le confort du malade. Par la même voie transcutanée transhépatique, il est possible d'extraire des calculs et de dilater certaines sténoses.

III. – EN PATHOLOGIE UROLOGIQUE

Le repérage échographique des cavités dilatées rend facile la mise en place, par voie transcutanée transrénale, du drain de néphrostomie. Par la même voie, l'opacification des cavités dilatées permet de repérer les sténoses et de réaliser des dilatations endoluminales.

IV. – LES PONCTIONS GUIDÉES

■ *Les cyto-ponctions.* – Le repérage échographique, radiologique ou au scanner peut permettre d'aller ponctionner certaines tumeurs à l'aide d'aiguilles fines (donc pratiquement sans risque) et l'étude cytologique des frottis réalisés peut permettre d'affirmer la nature histologique de la tumeur, mais ces études cytologiques sont difficiles. Ces méthodes sont admises en France pour les tumeurs solides de l'abdomen ; par contre, en pathologie pulmonaire, elles sont rarement utilisées, alors que dans de nombreux pays, devant une tumeur ronde intra-parenchymateuse, sa nature histologique est affirmée par une ponction guidée par repérage radioscopique, technique qui expose certes au pneumothorax, mais qui est moins traumatisante que la thoracotomie exploratrice.

■ *Les drainages.* – Le repérage en particulier échographique de cavités abcédées autorise la mise en place de drains ; ainsi, dans certains cas, le drainage des abcès du foie peut éviter un geste chirurgical.

■ *Les ponctions-biopsies osseuses.* – Elles sont réalisées devant une lésion, en particulier du rachis, lorsqu'il existe un doute entre une lésion néoplasique et une affection type mal de Pott. Le repérage radioscopique permet d'atteindre la zone pathologique sur les clichés standard et de prélever du tissu osseux.

■ Enfin, certaines ponctions sont à visée thérapeutique : il est ainsi possible par ponction de lyser un disque intervertébral hernié.

Ces différentes applications de la radiologie interventionnelle seront envisagées dans les chapitres ultérieurs.

2

OS ET ARTICULATIONS *

par

A. CHEVROT et M. KATZ

I. – INTRODUCTION A LA SÉMIOLOGIE RADIOLOGIQUE OSTÉO-ARTICULAIRE

A. – INTRODUCTION A L'ÉTUDE RADIOLOGIQUE OSSEUSE

■ *Le tissu osseux.* – Le tissu osseux, tissu conjonctif, se compose d'ostéocytes et d'une substance intercellulaire calcifiée, contenant des fibres collagènes et une matière amorphe riche en mucopolysaccharides. Le tissu osseux est un tissu vivant en perpétuel remaniement sous l'effet des ostéoblastes (ostéoformation) et des ostéoclastes (résorption).

■ *Architecture osseuse.* – Le tissu osseux spongieux et le tissu osseux compact se répartissent différemment selon qu'il s'agit d'un os long, d'un os court ou d'un os plat.

a) Dans un os long on distingue trois parties (fig. 2-1).

b) Les os courts et plats sont constitués de tissus osseux spongieux enveloppé de corticales compactes.

c) Le périoste, gaine conjonctive entoure l'os.

d) Aspect radiologique (fig. 2-2). – Périoste et cartilage articulaire sont radio-transparents.

La portion diaphysaire se présente sous forme d'un ruban allongé s'évasant à ses deux extrémités (métaphyse). Ses bords sont épais et denses (os cortical).

Métaphyse et épiphyse sont constituées de tissu spongieux limité par une mince corticale. Elles sont relativement radio-transparentes. On y distingue des travées osseuses qui se répartissent selon des lignes de force qui sont la résultante des contraintes mécaniques locales (fig. 2-3).

■ *Sémiologie osseuse élémentaire.* – La sémiologie des lésions osseuses peut se résumer à trois types d'anomalies (de densité, de structure et de forme), isolées ou associées.

* Ce chapitre est largement inspiré de l'ouvrage de Ryckewaert A. : *Os et articulations. Pathologie médicale* n° 8, Flammarion, Paris.

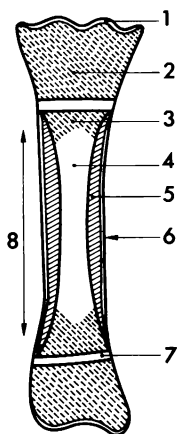


FIG. 2-1.

Schéma d'un os long d'un adolescent.

1, cartilage articulaire; 2, épiphyse; 3, métaphyse; 4, canal médullaire; 5, os compact; 6, périoste; 7, cartilage de conjugaison; 8, diaphyse.

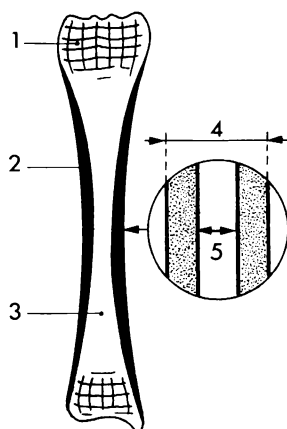


FIG. 2-2.

Image radiologique schématique d'un os long de l'adulte.

1, tissu spongieux; 2, corticale diaphysaire; 3, médullaire; 4, D : diamètre de la diaphyse; 5, M : diamètre du canal médullaire, index cortico-médullaire :

$$\frac{D-M}{D} = 0,5.$$

a) **Anomalie de densité.** – La densité radiologique d'un os est fonction de la quantité de calcium contenu par unité de volume. Un os est donc d'autant plus opaque qu'il est riche en calcium. Cette « charge calcique » peut s'apprécier par la mesure du rapport cortico-médullaire du tibia (fig. 2-2).

1. *Diminution de l'opacité osseuse* (radiotransparence). – Elle ne devient visible sur les clichés qu'après départ d'au moins 30 % du calcium contenu dans l'os.

– Le processus peut être généralisé (déminéralisation ou déossification diffuse de tout le squelette) et fait rechercher certaines affections générales (fig. 2-3).

– Le processus peut être localisé, au contact d'une lésion infectieuse, tumorale, parasitaire, traumatique ou autre.

FIG. 2-3. – *Aspects schématiques de la structure osseuse.*

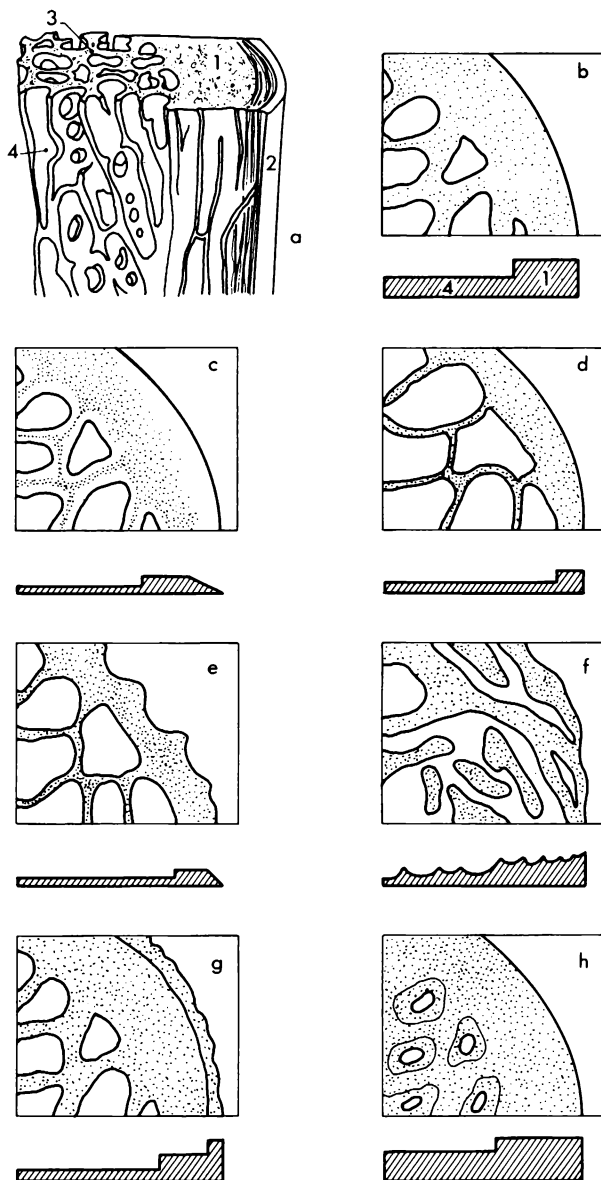
a) Schéma d'un os normal : 1, Os compact haversien. 2, Périoste (invisible sur la radiographie). 3, Os spongieux. 4, Espace médullaire.

b) Os normal en coupe et densités radiologiques correspondantes : 1 : corticale ; 4 : médullaire.

c) Ostéomalacie : trame protéique quantitativement normale, mais incomplètement calcifiée.

d) Ostéoporose : raréfaction des travées osseuses qui sont normalement calcifiées et amincissement de la corticale.

e) Hyperparathyroïdisme : amincissement de la spongieuse et de la corticale par résorption au contact de tumeurs brunes d'ostéoclastes.



f) Maladie de Paget : dédifférenciation cortico-médullaire ; travées osseuses irrégulières anarchiques.

g) Hyperostose périostée.

h) Ostéosclérose : épaissement des travées osseuses et appositions osseuses endostales.

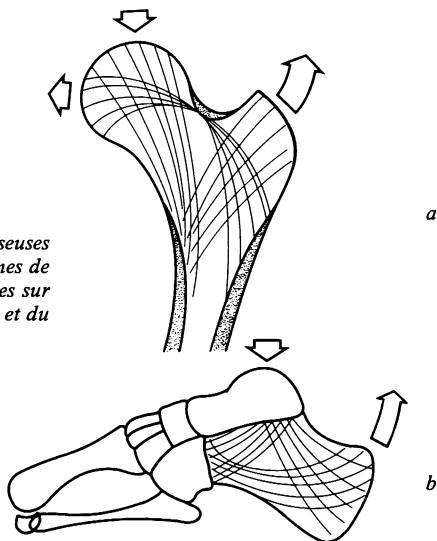


FIG. 2-4. – Schéma de travées osseuses du spongieux, réparties selon les lignes de force résultant des contraintes locales sur l'extrémité supérieure du fémur (a), et du calcanéum (b).

2. Augmentation de la densité osseuse (beaucoup plus rare) :

- *Diffuse* : affections sanguines, cancers secondaires, dysthyroïdie, intoxication par les métaux lourds, syphilis, affections congénitales.
- *Localisée* : il s'agit d'une réaction de l'os (au contact d'une lésion quelle qu'en soit l'étiologie) ou d'un processus pathologique ostéoformateur (certaines tumeurs osseuses).

b) Anomalie localisée de structure :

1. PROCESSUS DESTRUCTIF. – Son image élémentaire, la *lacune*, est une zone sans calcium, mais contenant des tissus vivants ou mortifiés.

■ *Siège*. – Sur l'os, la lacune peut être :

- diaphysaire (on évoque d'abord : cancer secondaire, tumeur d'origine hématologique, infection) ;
- métaphysaire (on évoque d'abord : tumeur primitive).
- épiphysaire (on évoque d'abord : tumeur à myéloplaxes, chondroblastome bénin).

Par rapport au cartilage : cartilage de conjugaison et cartilage articulaire constituent des barrières que ne franchissent pas les tumeurs (bénignes ou malignes). Par contre, les cartilages sont traversés par certains processus infectieux.

Par rapport à la corticale : à n'affirmer que sur 2 clichés orthogonaux (fig. 2-5 et 2-6).

■ *Forme et dimension*. – Elle peut être ovale, arrondie, arciforme ou polycyclique (évoqueur d'un processus kystique). La taille (en cm), dont la variation permet de définir l'évolutivité de la lésion, est assez souvent caractéristique de la lésion en cause.

■ **Limites** (contours). – L'aspect des contours d'une lésion, fonction de sa vitesse d'évolution, conditionne l'état de l'os adjacent :

- limites condensées : lésion très lentement évolutive (infection chronique, tumeur bénigne) ;
- contours nets : lacunes à l'emporte-pièce, sans réaction périlésionnelle, elles témoignent d'une évolution lente (maladie de Kahler, réticulose) ;
- contours en halo ou discontinus : ils témoignent d'une évolution très rapide (cancers primitif ou secondaire, infections aiguës). Parfois ces limites deviennent très floues, mal vues du fait de la présence de multiples microgéodes. Il s'agit alors d'une lésion très rapidement évolutive (tumeur maligne primitive le plus souvent).

■ **Plage de projection** :

- homogène ;
- cloisonnée : évocatrice d'une tumeur à myéloplaxes ou de lésions kystiques ;
- piquetée : semée de microcalcifications. On évoque plutôt une origine cartilagineuse ;
- avec présence d'une opacité centrale : on évoque une infection chronique avec séquestre central, une nécrose aseptique.

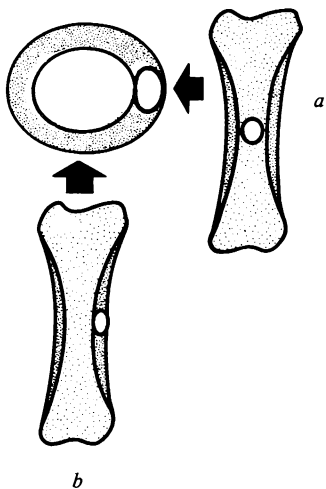


FIG. 2-6.

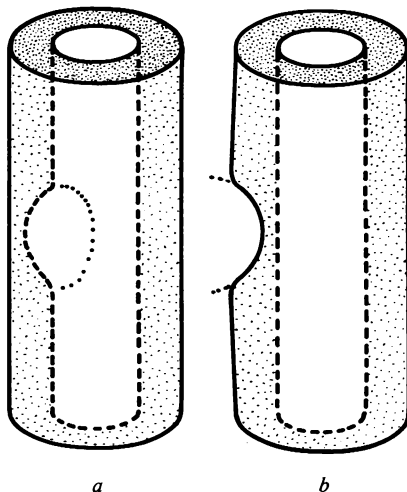
Lacunes juxta-corticales en vue tangentielle.

- a) Erosion par en dedans : lésion d'origine médullaire.
- b) Erosion par en dehors : origine extra-osseuse.

FIG. 2-5.

Lacune intra-corticale.

- a) De face, elle apparaît « centrale ».
- b) De profil, elle siège dans la corticale.



2. PROCESSUS CONSTRUCTIF :

Processus réactionnel. – Il s'agit d'une néo-ostéogenèse qui prend naissance à partir des travées osseuses : ce processus est un épaississement et une déformation de l'os. Ces réactions se définissent, elles aussi, en fonction de leur forme, de leur siège, de leurs contours, de leur étendue et de leurs limites.

Réactions périostées. – Lorsqu'un processus quelconque, tumoral, infectieux ou inflammatoire refoule le périoste, celui-ci réagit en fabriquant de l'os par sa face profonde. Cette néo-ostéogenèse périostée donne ainsi naissance à une « apposition périostée » (fig. 2-7).

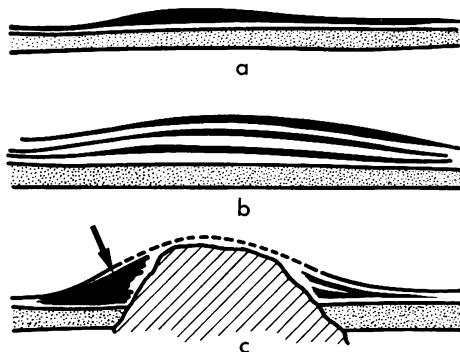


FIG. 2-7. – Aspect schématique de la néo-ostéogenèse sous-périostée.

a) Apposition périostée lamellaire (fractures, ostéomyélites beaucoup plus rarement au cours des leucoses).

b) Apposition périostée lamellaire multiple témoignant de plusieurs poussées évolutives donnant un aspect en bulbe d'oignon (sarcome d'Ewing notamment).

c) Zone de raccordement avec la région normale : éperon sous-périosté. → Triangle de Codman évocateur, mais non pathognomonique d'un processus malin.

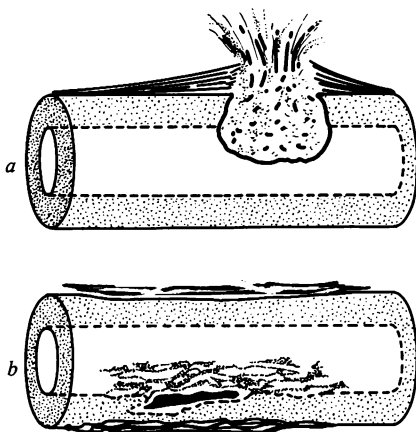


FIG. 2-8.

Processus mixtes.

a) Lacune avec rupture de la corticale, apposition périostée, extension dans les parties molles : tumeur maligne.

b) Lacune polycyclique avec opacité centrale, séquestre, apposition périostée : ostéite.

Lorsque le périoste est détruit par endroit, et refoulé par une ostéogénèse perpendiculaire au grand axe de l'os, les appositions périostées prennent l'aspect de spicules, avec image en feu d'herbes. Elles traduisent alors un processus malin très rapidement évolutif, qui s'étend dans les parties molles (fig. 2-8).

3. **PROCESSUS MIXTES** : destructifs et constructifs (fig. 2-8).

4. **UNICITÉ OU MULTIPLICITÉ**. – Le caractère unique ou multiple d'une lésion osseuse, étudié par l'examen radiologique complet du squelette, est un élément de première valeur, puisqu'il permet de différencier une affection locale d'une affection générale.

c) **Anomalies de forme**. – Outre les déformations secondaires aux fractures, la présence d'une lésion dans un os long peut être à l'origine d'une soufflure de cet os, d'un trouble de son modelé ou d'un retentissement sur sa croissance. De telles déformations, qui demandent des mois, voire des années à se produire, témoignent d'une lésion très lentement évolutive.

En conclusion. – Les divers signes élémentaires que nous venons de voir s'associent de façon variée, aboutissant à des syndromes radiologiques nombreux. L'analyse d'un cliché doit être suivie d'une recherche d'hypothèses diagnostiques. Cette recherche se doit d'être systématique. La technique la plus sûre est de passer en revue tous les grands chapitres étiologiques possibles (voir tableau I).

TABLEAU I. – CLASSIFICATION DES MALADIES DES OS (d'après de Sèze).

1. **Ostéopathies infectieuses** (ostéites) (v. p. 116) :

- microbiennes (pyogènes, bacille de Koch, syphilis, Pian) ;
- mycosiques ;
- parasitaires (échinococcose) ;
- virale (rubéole).

2. **Affections d'origines génotypiques** :

- ostéopathies (maladie de Lobstein, Albers-Schönberg, etc.) ;
- chondrodysplasies (achondroplasie, etc.) ;
- malformations osseuses génotypiques (dysostose cléido-crânienne, etc.)

3. **Ostéopathies toxiques** :

- fluor ;
- phosphore, plomb, bismuth ;
- radiations ionisantes ;
- cadmium, fer...

4. **Ostéopathies endocriniennes** (v. p. 126) :

- parathyroïde (hyper, hypo) ;
- hypophyse (acromégalie, hypo) ;

- thyroïde (hyper, hypo) ;
- gonades ;
- surrénales (syndrome de Cushing, etc.).

5. Ostéoporose sénile (v. p. 123).

6. Ostéopathies de carence (v. p. 124) :

- vitamine D :
 - rachitisme (enfant) ;
 - ostéomalacie (adulte),
- vitamine C.

7. Ostéopathies des affections sanguines :

- dysglobulinémies (maladie de Kahler) (v. p. 114) ;
- leucoses ;
- anémies ;
- hématosarcomes (maladie de Hodgkin, etc) ;
- autres :
 - sarcoïdose ;
 - histiocytose X ;
 - maladie de Gaucher.

8. Ostéopathies post-traumatiques :

- ostéoporose post-traumatique ;
- ostéolyse post-traumatique ;
- ostéonécrose post-traumatique ;
- fracture de fatigue ;
- modifications post-opératoires.

9. Ostéodystrophies d'origine rénale.

10. Ostéoarthropathie hypertrophiante de Pierre-Marie (v. p. 143).

11. Ostéonécroses aseptiques (v. p. 131).

12. Tumeurs osseuses :

- bénignes (v. p. 104) ;
- malignes :
 - primitives (v. p. 108) ;
 - secondaires (v. p. 112).

13. Etiologie inconnue (v. p. 139) :

- Exemples :
 - maladie de Paget ;
 - dysplasie fibreuse ;
 - mélorhéostose.

B. – INTRODUCTION A L'ÉTUDE RADIOLOGIQUE DE LA PATHOLOGIE ARTICULAIRE

■ Les articulations.

a) Anatomie d'une articulation synoviale. – Les pièces osseuses ne sont unies que sur leur pourtour. Leurs faces affrontées restent séparées.

Les extrémités osseuses (épiphyses), constituées d'os spongieux, sont séparées du cartilage articulaire par la lame osseuse sous-chondrale.

Des ménisques ou des bourrelets, faits de fibro-cartilage, concourent parfois à l'adaptation articulaire.

La capsule articulaire est doublée à sa face interne par la synoviale qui s'insère au bord des cartilages. La synoviale forme des culs-de-sac.

L'articulation est entourée de ligaments, de tendons et de muscles, parfois séparés de l'os par des bourses séreuses (fig. 2-9).

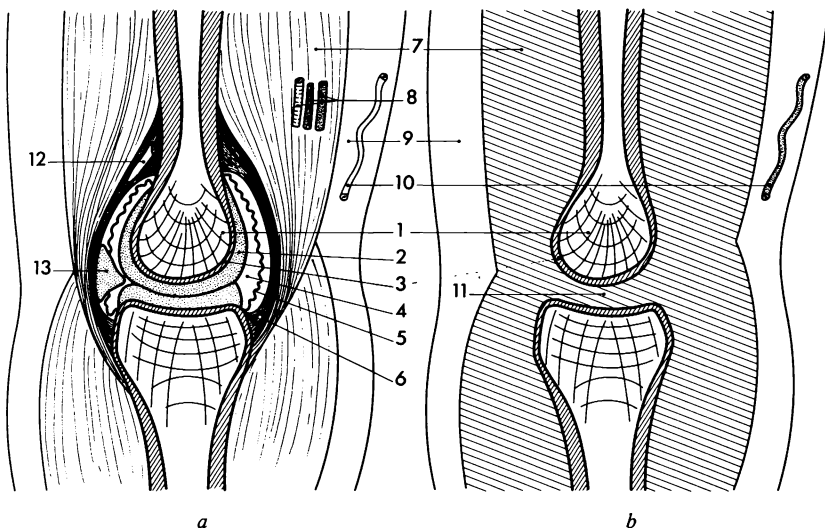


FIG. 2-9. – Articulation synoviale.

a) Schéma anatomique. b) Image radiologique correspondante.

1. Épiphyse ; 2. Cartilage articulaire ; 3. Lame ou plaque osseuse sous-chondrale ; 4. Cavité articulaire ; 5. Membrane synoviale ; 6. Capsule et ligament articulaire ; 7. Muscle ; 8. Pédicule vasculo-nerveux ; 9. Graisse sous-cutanée ; 10. Veine sous-cutanée sur la radiographie une veine peut dessiner une bande blanche à peine visible au sein de la graisse sous-cutanée légèrement plus grise ; 11. Interligne radiologique ; 12. Bourse séreuse péri-articulaire ; 13. Ménisque fibro-cartilagineux.

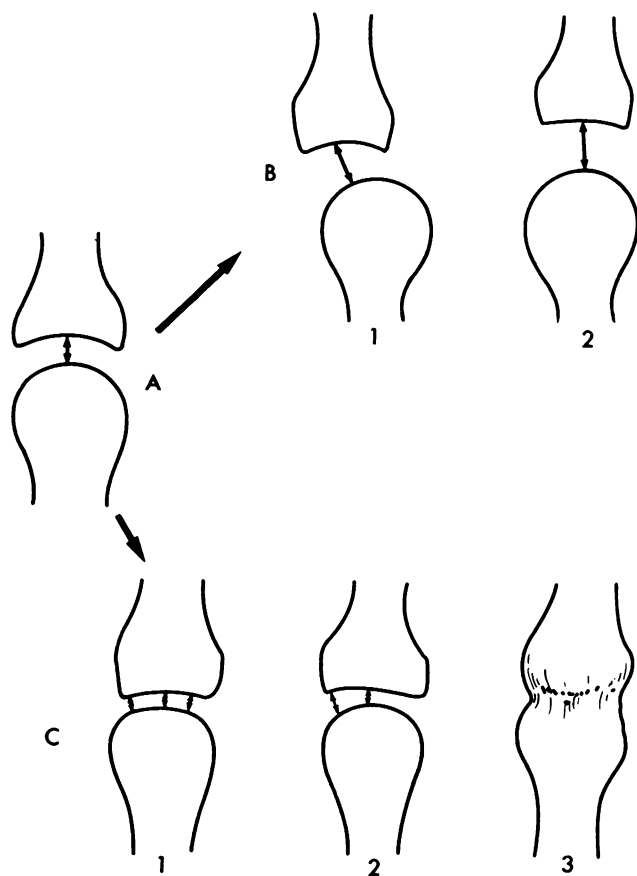


FIG. 2-10. – Interligne radiologique.

- A. Interligne normal, à bords parallèles.*
B. Élargissement (rare) :
 1. subluxation, luxation, épanchement ;
 2. acromégalie.
C. Pincement :
 1. pincement global ;
 2. pincement localisé ;
 3. disparition de l'interligne avec ankylose.

b) **Aspect radiologique d'une articulation synoviale** (fig. 2-8 b). – L'interligne radiologique est constitué par l'épaisseur de l'espace articulaire et par les épaisseurs des deux cartilages articulaires, qui sont radiotransparents. C'est donc la distance séparant les deux lames osseuses sous-chondrales.

■ **Sémiologie articulaire élémentaire.** – Étudier une articulation, c'est étudier successivement : l'interligne, les épiphyses, les parties molles et les axes caractéristiques de l'articulation considérée (fig. 2-10).

a) **Interligne.** – Les modifications de l'interligne s'apprécient par comparaison avec l'image normale, le côté opposé ou une articulation homologue (main).

1. **ELARGISSEMENT** : rare, il traduit en règle un épanchement intra-articulaire (exceptionnellement hypertrophie du cartilage : acromégalie).

2. **PINCEMENT.** – Il traduit un amincissement du cartilage articulaire : global (l'atteinte cartilagineuse est diffuse) on évoque alors une arthrite inflammatoire ou infectieuse. Localisé on évoque plutôt un phénomène d'usure mécanique (arthrose), surtout quand il s'agit d'une articulation d'appui.

3. **DISPARITION DE L'INTERLIGNE.** – Au maximum est réalisée une ankylose osseuse ; les travées osseuses passent à travers l'interligne.

b) **Régions épiphysaires** (fig. 2-9 b) :

1. **LA PLAQUE OSSEUSE SOUS-CHONDRAL** forme normalement une ligne continue, de courbure harmonieuse, mesurant moins de 1 mm d'épaisseur. Il s'agit d'une véritable corticale épiphysaire sur laquelle repose le cartilage articulaire. On y recherche une perte de substance, une condensation ou une déformation (fig. 2-11).

2. **L'OS SOUS-CHONDRAL.** – On étudie son degré de calcification (minéralisation) et l'on recherche des lésions destructives.

Le degré de minéralisation :

– *déminéralisation* : il s'agit le plus souvent d'une déossification par immobilisation prolongée. Cette déminéralisation est parfois secondaire à des phénomènes inflammatoires locaux ;

– *ostéo-condensation* : elle est réactionnelle à des phénomènes non spécifiques ou mécaniques (hyperpression).

Lésion destructive. – Il s'agit d'une image lésionnelle réalisant des aspects identiques à ceux rencontrés au cours des lésions diaphysaires. Ils ont été étudiés dans le chapitre de pathologie osseuse.

3. **LA ZONE PÉRI-CHONDRAL** (fig. 2-12). – Elle correspond à la zone d'insertion de la synoviale. C'est là que se situent les érosions les plus précoces au cours des processus inflammatoires ou infectieux. C'est là que naissent les ostéophytes des arthroses.

c) **Les parties molles.** – Rechercher une tuméfaction des parties molles péri-articulaires, se traduisant par une augmentation de la densité locale et

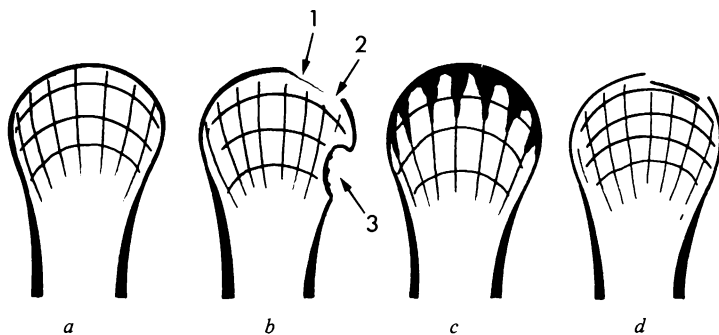


FIG. 2-11. – Modifications de la lame osseuse sous-chondrale.

- a) Aspect normal.
- b) Pertes de substance évoquant un processus inflammatoire ou infectieux : 1, amincissement localisé ; 2, travée à nu, 3, érosion (quelques travées osseuses sous-jacentes sont détruites).
- c) Épaississement de la lame osseuse sous-chondrale (arthrose).
- d) Déformation : image « de décroché » sur le pourtour épiphysaire évoquant un processus de nécrose sous-jacent.

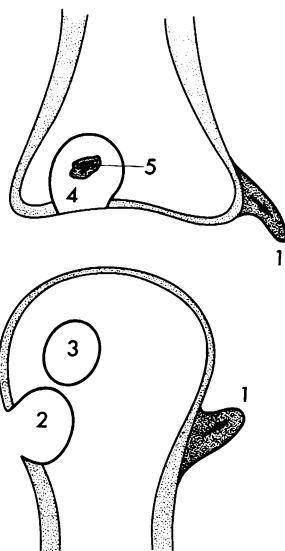


FIG. 2-12. – Image anormale de la région péri-chondrale.

- 1. Ostéophyte ; 2. Lacune ouverte ;
- 3. Géode sous-chondrale ; 4. Géode sous-chondrale avec séquestre (5).

un effacement de certaines lignes graisseuses ; rechercher des calcifications péri-articulaires ; rechercher une ossification (ostéome ou syndesmophyte).

d) Les axes du segment de membre. – Les déviations axiales (angulation, subluxation, luxation) sont secondaires à des lésions ligamentaires.

Au membre inférieur et au rachis, ces déviations axiales s'étudient sur des clichés pratiqués en station verticale.

En conclusion. – Au terme de cette analyse sémiologique d'une articulation, la démarche intellectuelle est la même que lors de l'étude d'une lésion osseuse. On se doit de passer en revue toutes les éventualités étiologiques (voir tableau II).

TABLEAU II. – CLASSIFICATION DES AFFECTIONS ARTICULAIRES.

1. Arthrites infectieuses (voir p. 119) :

- staphylocoque, streptocoque,
- bacille de Koch ;
- gonocoque ;
- brucella ;
- syndrome de Reiter ;
- virus (oreillons, rubéole, hépatite virale).

2. Rhumatismes infectieux :

- rhumatisme articulaire aigu (R.A.A.) ;
- rhumatisme scarlatin ;
- rhumatisme post-angineux ;
- rhumatisme gonococcique.

3. Rhumatismes inflammatoires :

- polyarthrite rhumatoïde (voir p. 145) ;
- spondylarthrite ankylosante (voir p. 148) ;
- rhumatisme psoriasique ;
- rhumatisme au cours des connectivites :
 - lupus ;
 - sclérodermies ;
 - dermatomyosite, etc. ;
- rhumatisme au cours d'affections diverses :
 - entéropathies ;
 - sarcoïdose, etc.

4. Arthropathies métaboliques (voir p. 156) :

- goutte ;
- chondrocalcinose articulaire diffuse ;
- hémochromatose ;
- alcaptonurie.

5. Malformations articulaires congénitales.

6. Arthroses (voir p. 150).

7. Arthropathies nerveuses (voir p. 158) :

- tabès, syringomyélie, lèpre ;
- diabète.

8. Hémopathies :

- hémophilie (voir p. 139).

9. Tumeurs articulaires :

- bénignes :
 - synovite pigmentaire ;
 - ostéochondromatose articulaire ;
- malignes (synovialome malin).

EN RÉSUMÉ

Quelle que soit l'indication clinique, l'étude d'un examen radiologique ostéo-articulaire se déroule de la façon suivante :

a) **Étude des radiographies.** – Pour juger de la qualité des clichés, et notamment déterminer si l'on peut répondre aux différentes questions concernant la forme, la situation, la dimension et la structure des lésions. Deux incidences au moins (face et profil) sont nécessaires pour avoir une idée indiscutable de la localisation et de l'extension.

b) **Hypothèses diagnostiques.** – Les images radiologiques en elles-mêmes évoquent un certain nombre d'hypothèses diagnostiques.

L'examen clinique du sujet, les antécédents, et éventuellement les données des examens biologiques, permettent de choisir parmi les hypothèses précédentes celles qui sont les plus vraisemblables. L'étude des examens radiologiques antérieurs, si possible, représente un élément de choix.

c) **Attitude pratique.** – Au terme de ces réflexions, le diagnostic est soit certain, soit encore incertain. Le rôle du médecin est alors d'indiquer un certain nombre d'examens complémentaires qui permettront de sérier les problèmes : soit examen radiologique (par exemple étude de la totalité du squelette ou autre technique particulière), soit examen biologique ou anatomo-pathologique.

II.– GÉNÉRALITÉS SUR LES FRACTURES

Devant une suspicion de fracture, le but de l'étude radiologique est double : d'une part, affirmer l'existence d'une fracture (souvent cliniquement évidente), et en préciser le type ; et d'autre part, rechercher des lésions associées.

Il faut deux incidences perpendiculaires pour reconnaître un trait de fracture et pour apprécier les déplacements des fragments. En cas de forte suspicion

clinique, des incidences spéciales, obliques, peuvent « enfler » le trait et déceler une fracture invisible sur les incidences radiologiques habituelles.

A. – LES DIVERS TYPES DE FRACTURES

a) **Fractures diaphysaires.** – Plusieurs types suivant le trait et le déplacement (fig. 2-13).

b) **Les fractures par tassement** siègent aux os courts, sur les métaphyses des os longs et les corps vertébraux. Il n'y a pas de trait de fracture, mais un engrenement des fragments. La fracture se traduit non par un trait clair,

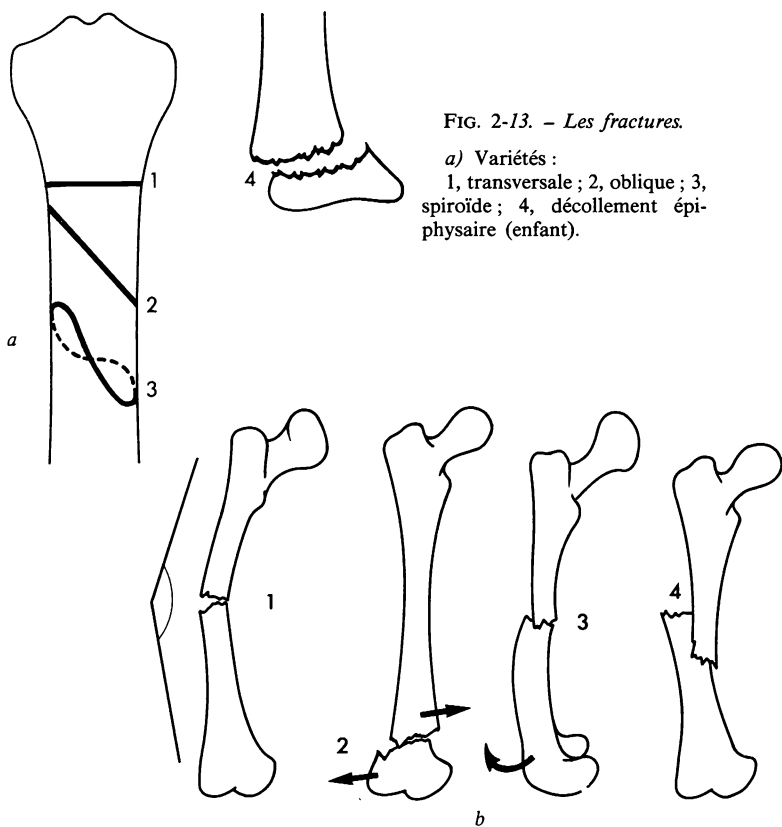


FIG. 2-13. – Les fractures.

a) Variétés :

1, transversale ; 2, oblique ; 3, spiroïde ; 4, décollement épiphysaire (enfant).

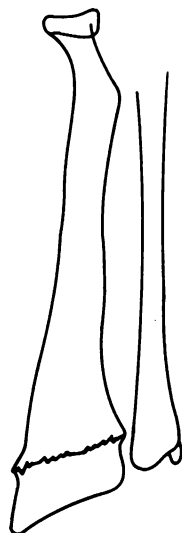
b) Les déplacements.

1, angulation ; 2, baïonnette (translation) ; 3, décalage (rotation) ; 4, chevauchement.

FIG. 2-14.

Fracture « en bois vert » de l'enfant.

Au niveau de l'extrémité inférieure du radius : plicature d'une ou deux corticales. Angulation plus ou moins marquée. Pas d'interruption de la continuité osseuse, ni chevauchement ni rotation.



mais par une ligne dense ou une modification de l'orientation des travées osseuses.

c) **Les fractures parcellaires** (ou par arrachement), de siège épiphysaire, compliquent très souvent des luxations.

d) **La fracture en « bois vert »** – Fracture de l'enfant, c'est une fracture incomplète (fig. 2-14).

e) **Les décollements épiphysaires.** – Fracture de l'enfant, la solution de continuité siège au niveau des cartilages de conjugaison. (voir chap. 9)

f) **Les fractures complexes** sont multifragmentaires, articulaires, ouvertes. Impossibles à systématiser.

g) **Les fractures de fatigue**, ou fractures de marche, sont secondaires à des microtraumatismes provoqués par une activité physique inhabituelle. Elles siègent essentiellement aux membres inférieurs (deuxième et troisième méta, calcanéum, plus rarement tibia et péroné ou fémur). La fissuration de l'os est transversale, peut n'être pas vue sur les clichés initiaux et n'être reconnue que quelques semaines plus tard quand le cal est ossifié.

h) **Les fractures « pathologiques »** (ou fractures spontanées) surviennent sur un os fragilisé :

- déminéralisation osseuse (congénitale : maladie de Lobstein ou acquise) ;
- dystrophie (maladie de Paget par exemple) ;
- tumeur osseuse (bénigne ou maligne, primitive ou secondaire) ;
- infection chronique (ostéomyélite) ;
- affection neurologique (tabès) ;

B. – CAUSES D'ERREURS. PSEUDO-FRACTURES

■ **Traits clairs non fracturaires.** – En général, ces traits ont un calibre régulier, des contours lisses et des extrémités arrondies.

a) **Lignes claires normales :**

- canal nourricier : il traverse obliquement la corticale diaphysaire et son extrémité externe est orientée vers l'épiphyse fertile ;
- cartilage dia-épiphysaire : il peut persister chez l'adulte une ligne claire à ce niveau (fréquente notamment à l'extrémité inférieure du radius) ;
- empreintes vasculaires et sutures de la voûte du crâne.

b) **Lignes claires congénitales.** – Fréquentes sur la colonne vertébrale (rachischisis ou spondylolyse). Elles s'observent également aux membres (scapuloïde bipartita, patella bipartita). En général bilatérales, elles sont rattachées à leur origine par la prise de clichés comparatifs.

c) **Strie de Looser-Milkman.** – Caractéristiques de l'ostéomalacie (voir p. 125).

■ **Pseudo-arrachements :** os surnuméraires (ils ont des formes arrondies, un contour lisse) ; calcification et ossification des parties molles.

■ **Les ostéochondroses** entraînent une fragmentation avec condensation (voir p. 134).

C. – ÉVOLUTION SCHÉMATIQUE D'UNE FRACTURE

Les lésions histologiques	L'aspect radiologique
Fracture et formation d'un hémato-	Tuméfaction des parties molles au-
Hyperhémie au niveau du trait de fracture avec déminéralisation, organisation du cal fibreux.	Diminution de la densité des extrémités osseuses, élargissement apparent du trait de fracture.
Apparition progressive du cal osseux primaire (à quatre semaines environ).	Petite zone faiblement calcifiée autour du foyer de fracture.
Résorption du cal primaire et formation du cal secondaire.	Densification du cal dont les limites apparaissent nettement. Complètement progressif du trait.
Retour à la normale plus ou moins complet, plus ou moins tardif.	Apparition de travées osseuses à l'intérieur du cal.

■ *Délais de consolidation* (voir tableaux III et IV).

TABLEAU III. — DÉLAI MINIMUM D'IMMOBILISATION POUR LES FRACTURES DE L'ADULTE (d'après POSTEL).

<i>Type de fracture</i>	<i>Durée (en jours) de l'immobilisation plâtrée minima en cas de traitement orthopédique</i>
<i>Clavicule</i>	30
<i>Humérus :</i>	
Col chirurgical sans déplacement	15
Col chirurgical avec déplacement	30
Diaphyse transversale	60
Diaphyse spiroïde	45
Supra-condylienne sans déplacement	30
Supra-condylienne avec déplacement	45
<i>Avant-bras :</i>	
Deux os avec déplacement	90
Une diaphyse sans déplacement	45
Une diaphyse avec déplacement	60
<i>Poignet :</i>	
Extrémités inférieure du radius	30
Scaphoïde	60 à 90
<i>Métacarpiens et phalanges</i>	30
<i>Fémur :</i>	
Col (cervico-trochantérienne)	90
Diaphyse	90
Supra-condylienne	90
<i>Tibia :</i>	
Extrémité supérieure du tibia (plateau isolé)	45
Plateaux tibiaux (sous-tubérositaire)	60
Fissure diaphysaire sans déplacement	45
Diaphyse tibiale isolée	90
Deux os de la jambe, spiroïde	90
Deux os de la jambe, transversale	120
<i>Cou-de-pied :</i>	
Malléole péronière sans lésion du lig. lat. int.	25
Malléole avec lésion du lig. lat. int.	45
Bimalléolaire	60
<i>Métatarsiens</i>	30

FRACTURES ARTICULAIRES DU MEMBRE INFÉRIEUR.

<i>Type de fracture</i>	<i>Immobilisation (en jours)</i>	<i>Jours sans appui</i>
Extrémité supérieure du tibia	30	90
Pilon tibial	30	90
Calcanéum	30	90

TABLEAU IV. — DÉLAIS HABITUELS DE CONSOLIDATION CHEZ L'ENFANT DE 8 A 10 ANS (d'après G. LAURENCE).

Type de fracture	Immobilisations (en jours)
<i>Clavicule</i>	21
<i>Humérus :</i>	
Col chirurgical sans déplacement	30
Col chirurgical avec déplacement	45
Diaphyse transversale	60
Diaphyse spiroïde	45
Supra-condylienne sans déplacement	21
Supra-condylienne avec déplacement	45
Condyle externe sans déplacement	21
Condyle externe avec déplacement	35
<i>Coude :</i>	
Tête radiale non opérée	12
Tête radiale opérée	21
Olécrâne (sans déplacement)	15
Luxation avec fracture de l'épitrôchlée	10
<i>Avant-bras :</i>	
Des deux os en bois vert	45
Des deux os avec déplacement	60
Une diaphyse sans déplacement	30
Une diaphyse avec déplacement	45
<i>Poignet :</i>	
Radius tassement	15
Radius type Pouteau	30
Deux os sans déplacement	45
Deux os avec déplacement	60
Scaphoïde	60
<i>Métacarpiens et phalanges</i>	21
<i>Fémur :</i>	
Col encloué	90
Col (pertrochantérienne à faible déplacement)	45
Diaphyse transversale	60 à 90
Diaphyse spiroïde	45
Sus-condylienne	45
<i>Extrémité supérieure du tibia :</i>	
Plateaux tibiaux (sous-tubérositaires)	45
<i>Deux os de la jambe :</i>	
Fissure sans déplacement	30
Tibia isolé	45
Péroné isolé	21
Deux os de la jambe, spiroïde	45
Deux os de la jambe, transversale	60
<i>Cou-de-pied :</i>	
Malléole péronière	21
Bimalléolaire	60
Décollement épiphysaire (fracture)	45
Fissure épiphysaire	15 + 15 sans appui
<i>Métatarsiens</i>	15

Au-dessous de 3 ans, en principe, diminuer les délais ci-dessus en tenant compte de l'âge.

D. – TROUBLES DE CONSOLIDATION

Le cal vicieux est la consolidation d'une fracture en position anormale, du fait d'un défaut de réduction ou d'un déplacement secondaire. La correction des cals vicieux nécessite une ostéotomie, de réalisation toujours délicate.

La pseudarthrose est due au défaut de consolidation.

a) **Pseudarthrose hypervasculaire** (la plus fréquente). – Facteurs favorisants : défaut d'immobilisation, intolérance d'un corps étranger, infection patente ou latente (fig. 2-15).

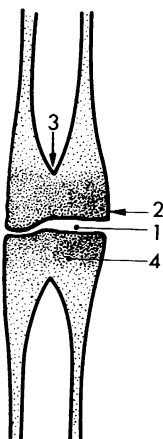


FIG. 2-15.
Pseudarthrose hypervasculaire.

1, persistance et élargissement du trait de fracture ; 2, élargissement des extrémités osseuses ; 3, oblitération du canal médullaire ; 4, éburnation du tissu osseux avoisinant.

b) **Pseudarthrose flottante**. – Les extrémités osseuses sont effilées et atrophiées. Le trait de fracture est élargi.

E. – AUTRES COMPLICATIONS

a) **Infection**. – Complication classique des fractures ouvertes.

b) **Ostéonécroses aseptiques**. – Surtout fréquentes au niveau de la tête fémorale, après fracture du col ou luxation de la hanche.

c) **Ostéoporose algique post-traumatique** (maladie de Südeck-Leriche). – A différencier de la banale ostéoporose secondaire à l'immobilisation d'un fragment de membre fracturé, l'ostéoporose algique post-traumatique siège surtout à la main et au pied.

- Signes cliniques : douleurs vives, aggravées au moindre contact et à la moindre mobilisation. Trouble vaso-moteurs locaux. Atrophie cutanée et musculaire.
- Signes radiologiques : déminéralisation locale, caractéristique par son aspect micro-géodique, moucheté.
- Évolution : guérison en quelques mois à un an.

III. – ANATOMIE RADIOLOGIQUE NORMALE ET TRAUMATOLOGIE

Nous regrouperons dans ce chapitre l'anatomie radiologique des principales incidences habituelles en citant les luxations et les fractures les plus courantes.

Les délais habituels de consolidation des différentes fractures se trouvent sur les tableaux (voir p. 68 et 69). Bien entendu, il ne s'agit là que de moyennes couvrant d'importantes variations d'un cas à l'autre.

A. – MEMBRE SUPÉRIEUR

I. – L'ÉPAULE

■ *Incidences radiologiques* (fig. 2-16).

- a) **L'incidence de face**, le bras en rotation indifférente. Sur cette incidence :
 - l'interligne scapulo-huméral mesure 2 mm d'épaisseur environ ;
 - l'espace sous-acromial est homogène, sans calcification ; il mesure environ 1 cm ;
 - en rotation interne, la portion postérieure du trochiter se dégage (insertion du sous-épineux) ;
 - en rotation externe, dégageement du trochin en dehors (insertion du sous-scapulaire).
- b) **L'incidence de profil**. – C'est la projection radiologique sur un plan horizontal du bras en abduction.
- c) **Le profil transthoracique**. – C'est la projection de la région scapulo-humérale sur un plan sagittal en raison de l'impossibilité d'abduction du membre, ce qui implique la superposition de l'humérus avec le gril costal. C'est l'incidence obligatoire en cas de traumatisme de l'épaule pour vérifier l'axe de la diaphyse humérale, de la tête humérale et de la cavité glénoïde. Sur cette incidence, une étude morphologique fine est illusoire.

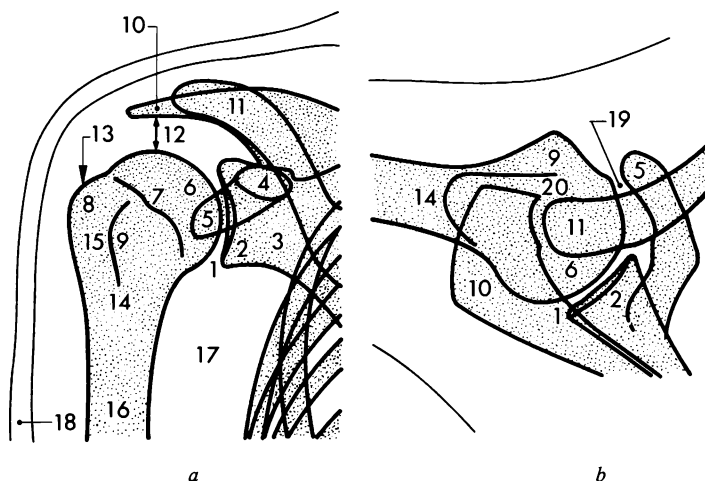


FIG. 2-16 – L'épaule.

a) de face : 1, interligne scapulo-huméral ; 2, glène, tubercule sous-glénoïdien ; 3, col de l'omoplate ; 4, pied de l'apophyse coracoïde ; 5, bec de l'apophyse coracoïde ; 6, tête humérale ; 7, col anatomique ; 8, trochiter ; 9, trochin ; 10, acromion ; 11, clavicule ; 12, espace sous-acromio-claviculaire ; 1 cm environ ; 13, zone d'insertion du sus-épineux ; 14, col chirurgical de l'humérus ; 15, gouttière bicipitale ; 16, diaphyse humérale ; 17, parties molles du creux axillaire ; 18, graisse sous-cutanée.

b) de profil : 19, espace qui sépare l'apophyse coracoïde de la tête, et qui répond au tendon du sus-scapulaire ; 20, interligne acromio-claviculaire (4 mm).

■ Les traumatismes de l'épaule.

a) Luxations de l'épaule. – La luxation antéro-interne est la plus fréquente, surtout dans sa forme sous-coracoïdienne (fig. 2-17).

– Les luxations en arrière s'accompagnent très souvent d'une fracture du bord postérieur de la glène.

– La luxation inférieure est rare, elle peut se faire en abduction ou en hyper-abduction (luxatio erecta).

– La luxation vers le haut ne peut se faire qu'avec fracture de la voûte acromiale.

La radiographie de face de l'épaule est le plus souvent suffisante au diagnostic.

L'étude radiologique est toujours indiquée, non tant pour le diagnostic positif que pour rechercher une fracture parcellaire associée ou rechercher une lésion acquise ou congénitale permettant la récurrence de la luxation : on peut découvrir une encoche du bord supérieur de la tête humérale ou une érosion du bord inférieur de la glène (fig. 2-18).

Cette étude morphologique souvent comparative avec le côté opposé se fait secondairement. Dans certains cas, l'arthrographie de l'épaule peut être utile.

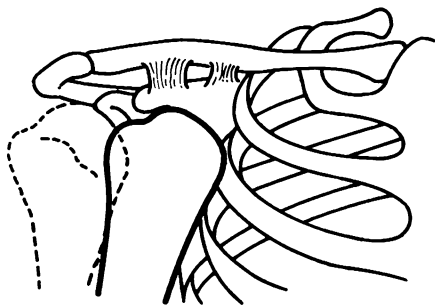


FIG. 2-17.

FIG. 2-17. – Luxation antéro-interne sous-coracoïdienne.

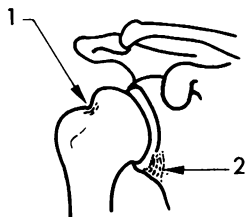


FIG. 2-18.

FIG. 2-18. – Luxation récidivante de l'épaule.

1, encoche du bord supérieur de la tête humérale (souvent mieux visible en rotation interne) ; 2, érosion du bord inférieur de la glène.

b) Les fractures des os de la ceinture scapulaire. – *Les fractures de la clavicule.* – Le plus souvent, le trait est oblique en bas et en dedans, et le fragment interne est attiré en haut et en arrière par le sterno-cléido-mastoïdien ; le fragment externe est attiré en bas, et en avant ; il peut menacer le plexus brachial.

– *L'omoplate :* les fractures de l'omoplate sont rares. La plupart intéressent le rebord osseux, le col ou les apophyses. Elles sont d'analyse radiologique délicate. Les fractures de la cavité glénoïde passent souvent inaperçues ; elles sont graves car intra-articulaires.

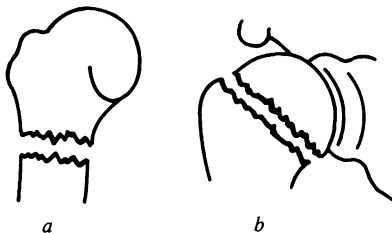
– *Les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus* sont fréquentes, en particulier au niveau du col chirurgical (fig. 2-19). Les fractures du col anatomique sont intra-articulaires.

Elles s'accompagnent le plus souvent d'importantes déviations angulaires en abduction ou en adduction. Des petits arrachements osseux au niveau des tendons d'insertion des muscles de la coiffe des rotateurs sont fréquents ; ils peuvent être à l'origine de syndromes douloureux secondaires.

FIG. 2-19
Fractures de l'extrémité supérieure de
l'humérus :

a) Du col chirurgical (la plus fréquente).

b) Du col anatomique.



II. - LE BRAS

a) **Incidences radiologiques** : deux incidences sont habituelles, la face et le profil.

b) **Les fractures de la diaphyse humérale** sont particulières par la grande obliquité du trait; Les fragments acérés peuvent léser le nerf radial.

III. - LE COUDE

■ Incidences radiologiques.

a) **L'incidence de face.** - Projection sur un plan frontal du coude en extension et en supination (fig. 2-20).

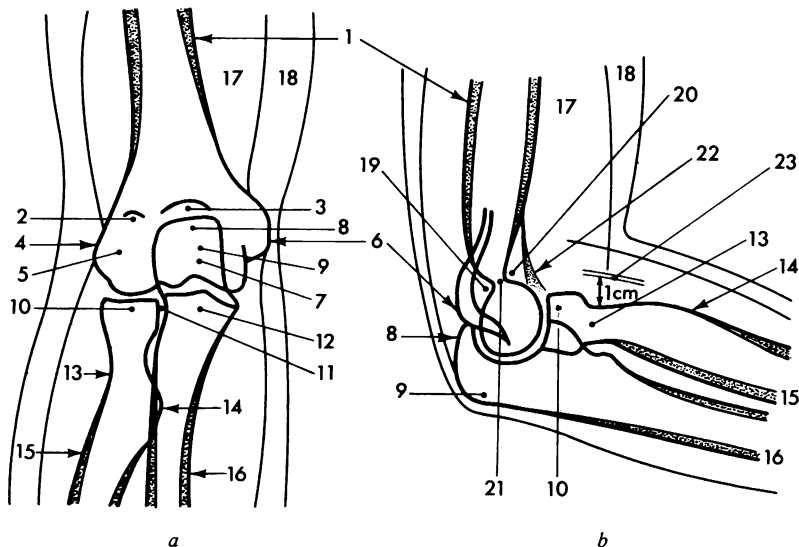


FIG. 2-20. - Articulation du coude.

a) De face :

1. Diaphyse humérale ; 2. Fossette condylienne ; 3. Fossette coronoïdienne et fossette olécrânienne superposées ; 4. Épicondyle ; 5. Condyle huméral ; 6. Épitrôchlée ; 7. Trochlée ; 8. Bec de l'olécrâne ; 9. Olécrâne ; 10. Tête du radius ; 11. Petite cavité sigmoïde ; 12. Apophyse coronoïde ; 13. Col du radius ; 14. Tubérosité bicipitale ; 15. Diaphyse radiale ; 16. Diaphyse cubitale ; 17. Muscle ; 18. Graisse sous-cutanée.

b) De profil :

19. Fossette olécrânienne ; 20. Fossette coronoïdienne ; 21. Cloison séparant fossette olécrânienne de la fossette coronoïdienne ; 22. Graisse coronoïdienne ; 23. Graisse du court supinateur. Normalement elle est distante de 1 cm du col radial. Elle disparaît ou s'écarte en cas d'épanchement articulaire.

b) **L'incidence de profil.** – Projection sur un plan sagittal du coude fléchi à 90° , l'avant-bras en supination (fig. 2-20). La palette humérale de profil fait un angle de 135° environ avec l'axe de l'humérus. L'axe du col du radius passe par le milieu du condyle.

c) **D'autres incidences obliques** sont parfois utiles pour dégager les superpositions ; les incidences comparatives seront systématiques chez l'enfant.

■ Les traumatismes du coude.

a) **Les luxations du coude.** – La luxation postérieure est la plus fréquente, elle est limitée dans son déplacement par la résistance du muscle brachial antérieur qui s'insère sur la partie inférieure de la coronoïde. Des fractures parcellaires sont souvent associées (de la coronoïde, la tête radiale, du condyle ou de l'épicondyle).

b) **Les luxations isolées du radius.** – La luxation intracapsulaire isolée de la tête radiale est possible. Lorsque la luxation est antérieure, elle s'accompagne le plus souvent d'une fracture du cubitus (fracture de Monteggia). Inversement, la découverte d'une fracture du cubitus doit faire rechercher une luxation du radius (fig. 2-21).

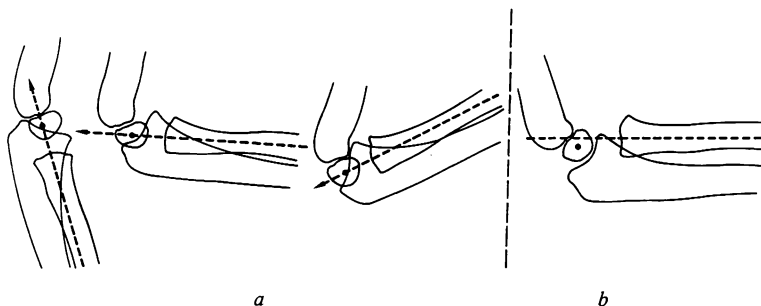


FIG. 2-21. – Repères radiologiques des luxations traumatiques de la tête radiale chez l'enfant.

a) Normalement la ligne suivant l'axe du radius passe par le centre du point condylien épiphysaire inférieur, quel que soit le degré de flexion du coude.

b) En cas de luxation de la tête radiale, l'axe du radius passe au-dessus du centre du point condylien épiphysaire.

c) Les fractures du coude :

– Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus sont les plus fréquentes (fig. 2-22).

– Les fractures de l'extrémité supérieure du cubitus et de l'olécrâne sont également fréquentes et associées aux précédentes.

– L'extrémité supérieure du radius peut également être le siège de lésions traumatiques, soit extra, soit intra-articulaires.

– Certaines fractures, sans déplacement ont un trait particulièrement délicat

à voir ; il est alors important de repérer l'épanchement intra-articulaire post-traumatique (hémarthrose) sur la radiographie de profil évocateur d'une fracture intra-articulaire et imposant la multiplication des clichés sous des incidences variées pour découvrir le trait (fig. 2-23).



FIG. 2-22. – Fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus.

- a) Supra-condylienne avec déplacement postérieur (face et profil).
- b) Supra-condylienne avec déplacement antérieur (profil).
- c) Fracture articulaire.

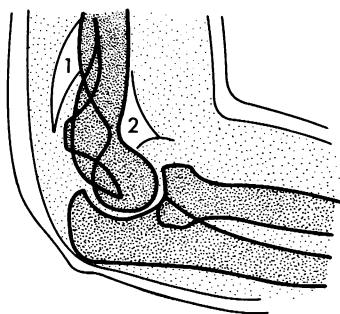


FIG. 2-23.

Aspect radiologique d'un épanchement intra-articulaire du coude de profil : noter l'apparition en 1, de tissu radio-transparent, gras, normalement invisible, et, en 2, le bord inférieur concave (correspondant à la capsule articulaire distendue) (voir fig. 1-9, de la frange graisseuse antérieure).

IV. – L'AVANT-BRAS

■ **Incidences radiologiques.** – Les incidences de face et de profil projettent sur un plan frontal et sagittal l'avant-bras en supination.

■ **Les traumatismes.** – Les fractures des deux os de l'avant-bras fréquentes et bénignes chez l'enfant, sont assez rares mais graves chez l'adulte puisqu'elles mettent en jeu la fonction de prono-supination. Les fractures isolées sont plus fréquentes au niveau du radius, le traitement en est délicat ; ultérieurement une ossification plus ou moins complète de la membrane inter-osseuse pourra gêner considérablement les mouvements de prono-supination.

La découverte d'une fracture isolée d'un des deux os de l'avant-bras doit faire rechercher une luxation de l'articulation radio-cubitale supérieure ou inférieure.

V. - LE POIGNET

■ Incidences radiologiques.

a) Les incidences habituelles sont la face (fig. 2-24) et le profil. Sur ces incidences, certains repères sont à connaître (fig. 2-25).

b) Il existe des incidences complémentaires, en particulier pour analyser les os du carpe, notamment le scaphoïde (incidence de Schreck).

■ Les traumatismes.

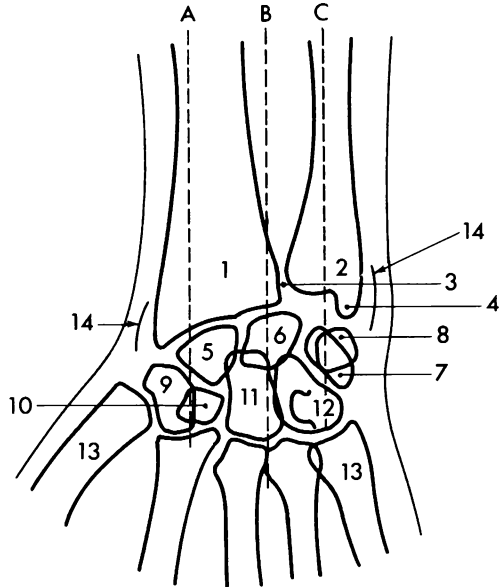
a) La fracture de l'extrémité inférieure du radius est la fracture la plus fréquente chez l'enfant et l'une des plus fréquentes chez l'adulte. Il en existe diverses variétés dont la plus habituelle est la fracture isolée de l'extrémité inférieure du radius avec déplacement en arrière et en dehors, « en dos de fourchette » (fracture de Pouteau-Colles). Elle s'associe souvent à une fracture de la styloïde cubitale ou à un trait sagittal ou frontal qui la transforme ainsi en une fracture intra-articulaire (fig. 2-26).

b) Les fractures du poignet. - La fracture transversale du scaphoïde est la plus fréquente des fractures des os du carpe. Le trait est parfois impossible à mettre en évidence malgré des incidences spéciales. Ce trait peut apparaître plus net sur des clichés pratiqués au bout d'une dizaine de jours. En cas de lésion du pédicule vasculaire, une nécrose secondaire de la tête du scaphoïde est possible.

FIG. 2-24. - Articulation du poignet de face.

1. Extrémité inférieure du radius ; 2. Tête du cubitus ;
3. Articulation radio-cubitale inférieure ; 4. Styloïde cubitale ; 5. Scaphoïde ;
6. Semi-lunaire ; 7. Pyramidal ;
8. Pisiforme ; 9. Trapèze ;
10. Trapézoïde ; 11. Grand os ; 12. Os crochu ; 13. Métacarpiens ; 14. Lignes grasses.

A. Colonne externe ou radiale (5, 9, 10) ; B. Colonne médiane (6, 11) ; C. Colonne interne ou cubitale (7, 8, 12).



La fracture du grand os est également fréquente et peut se compliquer de nécrose aseptique.

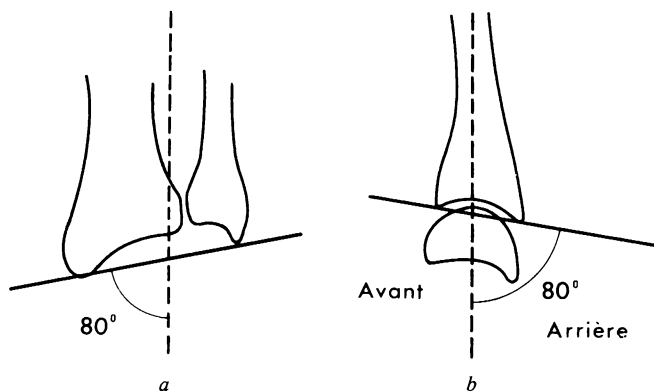


FIG. 2-25. – Poignet.

a) De face : la ligne bi-styloïdienne fait un angle d'environ 80° avec l'axe de l'avant-bras.

b) De profil : la surface articulaire inférieure du radius regarde en bas et en avant. Elle fait un angle d'environ 80° avec l'axe du radius.

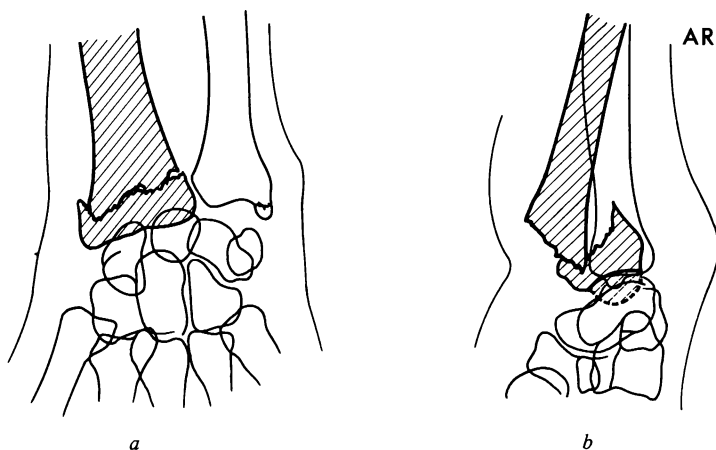


FIG. 2-26. – Fracture de Pouteau-Colles.

a) De face : engrenement des fragments, la styloïde cubitale est souvent fracturée.

b) De profil : déformation du poignet en dos de fourchette par déplacement en haut et en arrière (AR) du fragment inférieur.

La luxation la plus fréquente est la luxation rétro-lunaire du carpe : sur le cliché de profil, le semi-lunaire apparaît isolé en avant, sa surface articulaire inférieure est libre alors que la tête du grand os se situe en arrière.

VI. – LA MAIN ET LES DOIGTS

■ *Les incidences radiologiques.*

a) **De face.** – Les métacarpiens et les doigts sont isolés ; par contre, le pouce est vu de profil.

b) **De profil.** – Les métacarpiens et les doigts se superposent, le pouce est dégagé en avant.

c) **Des incidences spéciales,** en oblique ou isolées pour les doigts sont possibles.

■ *Les traumatismes.*

a) **Les luxations métacarpo-phalangiennes** ou interphalangiennes s'associent souvent à des arrachements osseux.

b) **Les fractures des métacarpiens** fréquentes, succèdent à des coups de poing (boxeurs).

c) **Les fractures des phalanges** sont souvent plurifragmentaires par écrasement, notamment au niveau de la phalange unguéale.

B. – MEMBRE INFÉRIEUR

La radiographie du membre inférieur est particulière : en effet, l'étude morphologique sur des clichés couchés doit souvent être complétée par une étude statique *en position debout*, voire, pour vérifier l'intégrité des ligaments péri-articulaires, par des clichés en position forcée (varus ou valgus).

I. – LE BASSIN ET LA HANCHE

■ *Les incidences radiologiques.*

a) **Le bassin de face** (fig. 2-27) permet une étude comparative des articulations coxo-fémorales, la ligne des épineuses du sacrum passant par le milieu de la symphyse pubienne. L'extrémité supérieure du fémur a un aspect qui dépend du degré de rotation du membre inférieur (fig. 2-28 et 2-29).

b) **La hanche de profil** (fig. 2-30) se réalise de plusieurs façons.

c) **Les incidences spéciales :**

– incidences obliques du bassin obtenues avec une rotation de 45°, permettant de dérouler soit l'aile iliaque du même côté (3/4 alaïre), soit le trou obturateur du côté opposé (3/4 obturateur) ;

- incidences spéciales pour le sacrum et les sacro-iliaques ;
- les incidences pour la coxométrie sont résumées sur la figure 2-31 ; la mesure de l'angle d'antéverson du col fémoral par rapport au plan frontal nécessite des techniques appropriées. Cet angle mesure normalement 15 à 20° ;
- incidences debout de face appréciant une inégalité de longueur des membres inférieurs.

FIG. 2-29. - Critères de rotation.

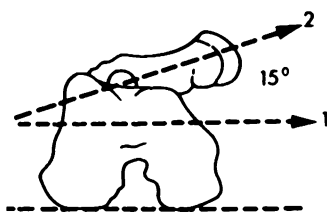
A) Schéma d'un fémur vu par sa partie inférieure (les condyles sont au premier plan et reposent sur un plan horizontal).

1. Plan des condyles ; 2. Axe du col fémoral ; l'angle d'antéverson normal est de l'ordre de 15°.

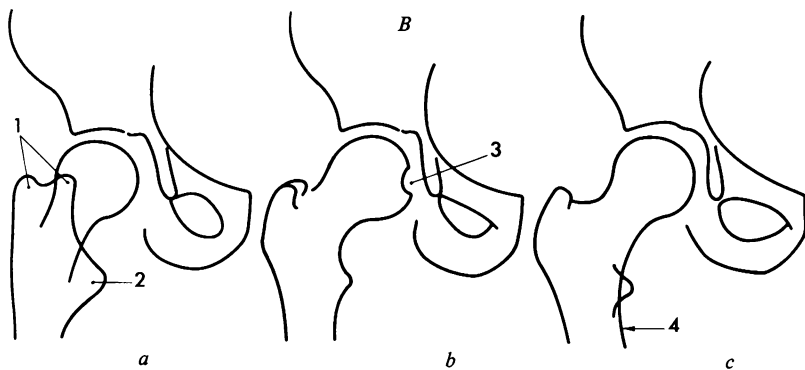
B) Hanche de face.

a) Rotation externe. b) Rotation indifférente. c) Rotation interne.

1. Tubercules du grand trochanter ; 2. Petit trochanter ; 3. Fossette du ligament rond ; 4. Corticale interne de la diaphyse fémorale.



A



■ Les traumatismes.

a) **Les luxations.** - Les luxations de hanche sont rares. Les luxations postérieures s'accompagnent fréquemment d'une fracture du rebord postérieur du bourrelet cotyloïdien ; les luxations antérieures, les luxations centrales avec impaction de la tête fémorale à travers l'acétabulum fracturé sont moins habituelles.

b) **Les fractures du bassin.** - Fréquentes chez l'adulte, leur étude radiologique peut présenter des difficultés, en particulier chez les blessés graves.

Ces fractures se compliquent souvent de lésions des organes intrapelviens (vessie, uretères, cœcum, rectum, urèthre, etc.) :

Les fractures isolées de l'aile iliaque, de l'ischion, du pubis, du rebord acétabulaire ne mettent pas en jeu la statique. Par contre, les fractures de

l'anneau du bassin associant une fracture antérieure (obturatrice, symphysaire ou pubienne), à une fracture postérieure passant par l'aileron sacré ou l'aile

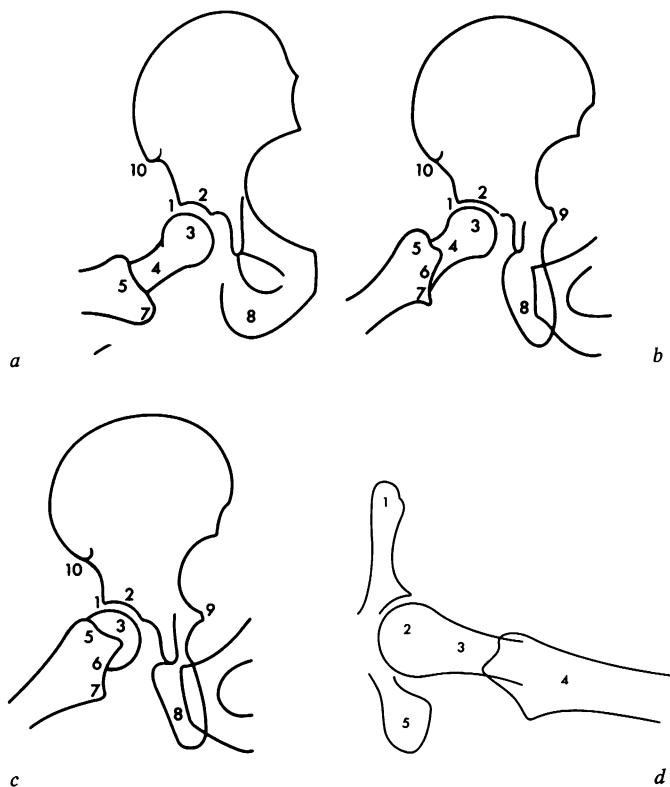


FIG. 2-30. – Variétés de profils de hanche.

1. Sourcil cotyloïdien ; 2. Toit du cotyle ; 3. Tête fémorale ; 4. Col fémoral ; 5. Grand trochanter ; 6. Crête inter-trochantérienne ; 7. Petit trochanter ; 8. Ischion ; 9. Épine sciatique ; 10. Épine iliaque antéro-supérieure.

a) Profil de Ducroquet :

- le bassin est vu de face ;
- la tête et le col fémoral sont dégagés du massif trochantérien ;

b) Profil « médical » :

- bassin vu de 3/4 ;
- la tête et le col fémoral sont dégagés du massif trochantérien ;

c) Profil urétral :

- bassin vu de 3/4 ;
- tête bien visible, mais col fémoral superposé avec le massif trochantérien.

d) Profil chirurgical de hanche : intérêt dans l'étude du col fémoral.

- 1. Aile iliaque ; 2. Tête fémorale ; 3. Col fémoral ; 4. Diaphyse fémorale ; 5. Ischion.

iliaque, peuvent compromettre la statique du bassin. Les fractures de l'acétabulum, les plus graves, sont les fractures du rebord supérieur du bourrelet cotyloïdien : elles mettent en jeu la zone d'appui en position debout. Elles peuvent s'accompagner de lésions du nerf sciatique.

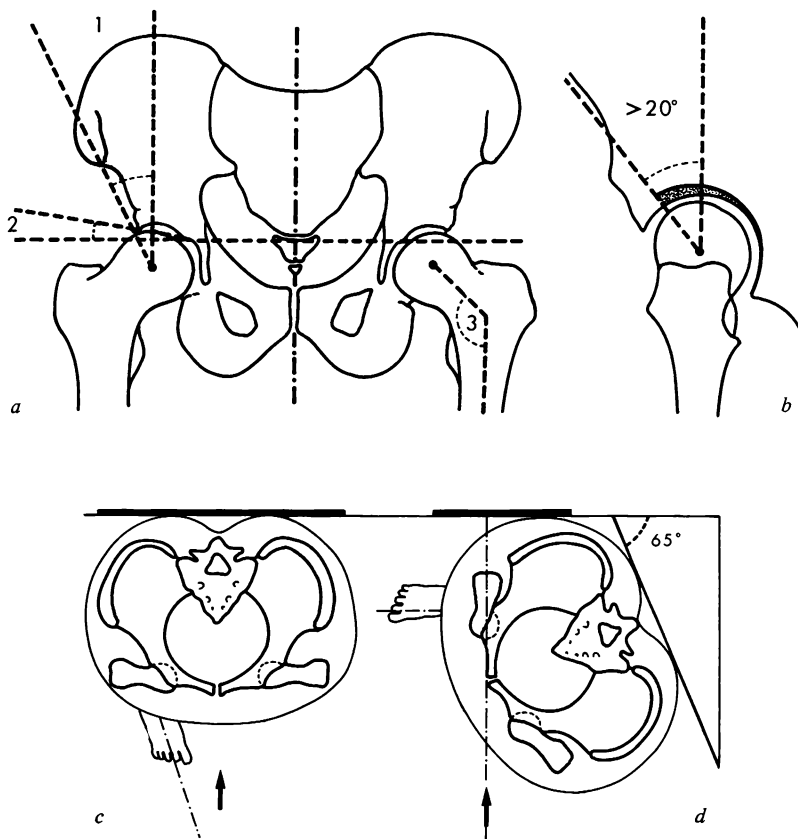


FIG. 2-31. – Principe de la coxométrie.

Les deux schémas de la partie inférieure représentent le bassin vu par en haut, la direction des rayons X est figurée par la flèche.

a) Bassin de face (membre inférieur en rotation interne de 15°) : 1, angle de couverture externe de la tête par le cotyle (normal, supérieur ou égal à 25°) ; 2, angle d'obliquité du toit du cotyle (inférieur à 10°) ; 3, angle cervico-diaphysaire aux environs de 135° (voir fig. 2-99).

b) Faux profil : la projection de la hanche, sur un plan vertical faisant un angle de 65° avec le plan frontal permet de mesurer l'angle de couverture antérieure de la tête, normalement supérieur à 20° .

c) **Les fractures du col du fémur.** – L'examen radiologique permet de préciser le siège du trait (fig. 2-32) et le déplacement en coxa-valga ou en coxa-vara.

La vascularisation artérielle de la tête fémorale provient pour une très petite partie de l'artère du ligament rond, mais surtout d'artères épiphysaires antérieures, supérieures et postérieures venant des artères circonflexes. Celles-ci cheminent dans les fibres récurrentes de la capsule articulaire, et sont particulièrement fragiles et grêles, notamment dans leur portion péri-capitale. Leur atteinte lors du traumatisme va entraîner secondairement une *nécrose ischémique* de la tête fémorale, surtout lors de fracture du col sous capitale, ou trans-cervicale.

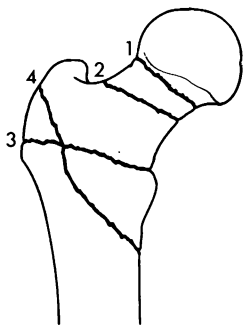


FIG. 2-32

Différentes fractures de l'extrémité supérieure du fémur.

1, sous-capitale ; 2, trans-cervicale ; 3, inter-trochantérienne ; 4, per-trochantérienne.

II. – LA CUISSE

■ **Les incidences radiologiques.** – La face et le profil projettent la cuisse sur le plan frontal et sur le plan sagittal.

■ **Les traumatismes de la cuisse.** – Il peut s'agir de fractures transversales, obliques, spiroïdes ou comminutives à plusieurs fragments. Elles sont particulières par *l'importance des déplacements*, avec angulation, chevauchement et rotation externe de la partie inférieure du membre. Elles s'accompagnent habituellement d'importants hématomes qui peuvent créer des déperditions sanguines considérables, responsables d'un *choc*. On devra rechercher une atteinte nerveuse (sciatique) ou vasculaire (artère fémorale).

III. – LE GENOU

■ **Les incidences radiologiques.**

a) **De face** (fig. 2-33). – L'interligne fémoro-tibial est parallèle, identique en dedans et en dehors.

b) **De profil** (fig. 2-33). – La rotule se situe en face de la trochlée. La distance entre l'extrémité inférieure de la rotule et la tubérosité tibiale antérieure est

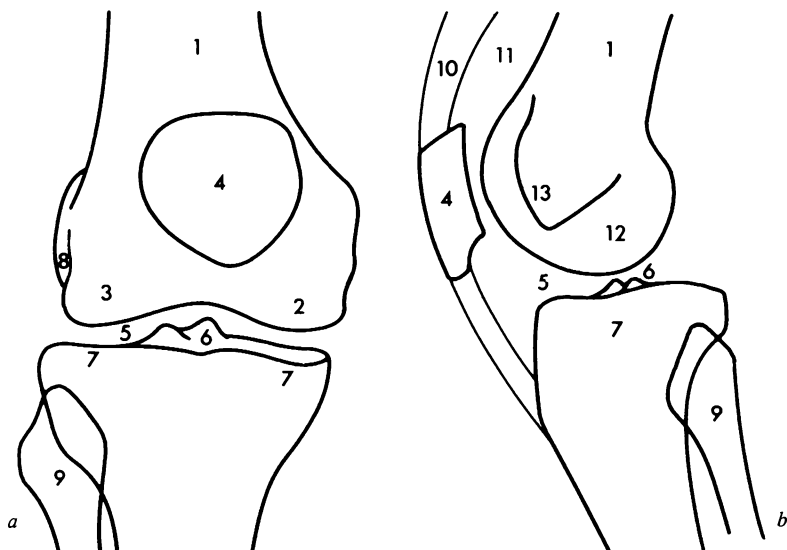


FIG. 2-33. – Le genou

a) de face :

1. Diaphyse fémorale ; 2. Condyle interne ; 3. Condyle externe ; 4. Rotule ; 5. Interligne fémoro-tibial ; 6. Épines tibiales ; 7. Plateaux tibiaux ; 8. Gouttière du tendon du muscle poplité ; 9. Tête du péroné.

b) de profil :

10. Tendon du quadriceps ; 11. Graisse sous-quadricipitale ; 12. Condyles superposés ; 13. Trochlée (partie antérieure du V. fémoral).

invariable, mais selon le degré de flexion du genou, la situation de la rotule varie par rapport à la trochlée.

En cas d'épanchement intra-articulaire, l'espace clair sous-quadricipital peut être occupé par l'opacité hydrique ovale de la bourse séreuse sous-quadricipitale dilatée (fig. 2-33).

En arrière, présence parfois d'un sésamoïde dans la coque du condyle externe.

c) **L'interligne fémoro-patellaire** (fig. 2-34) mesure environ 6 mm, il doit rester symétrique sur des clichés pris à 30, 60, 90° de flexion du genou.

d) **L'échancrure intercondylienne** s'étudie en projetant le genou fléchi à 45° environ sur un plan frontal.

e) **Incidences spéciales :**

– les clichés en position debout (de face et de profil) sont très utiles pour apprécier les éventuels déplacements, soit dans le plan frontal (varus ou valgus), soit dans le plan sagittal (flexum ou recurvatum) ;

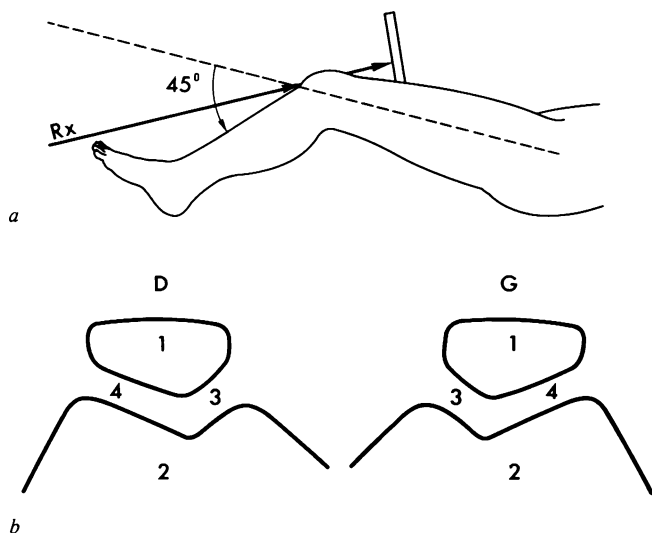


FIG. 2-34.

a) Position du patient pour la réalisation de l'incidence fémoro-patellaire de 45° de flexion du genou. Les clichés sont pris à 30, 45, 60 et 90° de flexion du genou.

b) Incidences fémoro-patellaires bilatérales : 1. Rotule ; 2. Trochlée ; 3. Interligne fémoro-patellaire interne ; 4. Interligne fémoro-patellaire externe.

– des clichés de face, en position de varus ou de valgus forcé, peuvent mettre en évidence des lésions des ligaments externe ou interne. De même des clichés de profil, en position de « tiroir », peuvent démontrer la rupture d'un ligament croisé.

f) **Les mensurations angulaires du genou** (gonométrie) sont résumées sur la figure 2-35.

g) **L'arthrographie du genou** : les ménisques ne sont pas spontanément visibles sur les radiographies. L'introduction dans la cavité articulaire d'un produit de contraste (négatif, tel que l'air, ou positif, produit de contraste iodé hydro-soluble), permet leur mise en évidence (fig. 2-36).

■ Les traumatismes du genou.

a) **Les luxations** sont rares, sauf pour la rotule.

b) **Les fractures du genou.** – En cas de fracture articulaire, l'hémarthrose est abondante ; elle doit faire rechercher un trait passé inaperçu.

1° **Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur.** On distingue :

- les fractures condyliennes médianes ou latérales ;
- les fractures supra-condyliennes ;

FIG. 2-35. – Gonométrie.

Grand cliché en position debout.

1, axe mécanique du fémur joignant le centre de la tête fémorale aux épines tibiales ; 2, axe mécanique du tibia joignant les épines au milieu de la tibiotarsienne.

a) Au centre, est figuré un membre inférieur droit normal (genu valgum physiologique de 1 à 3°).

b) Genu valgum : l'axe mécanique du tibia est déjeté en dehors.

c) Genu varum : l'axe du tibia va en dedans (membres inférieurs en parenthèses).

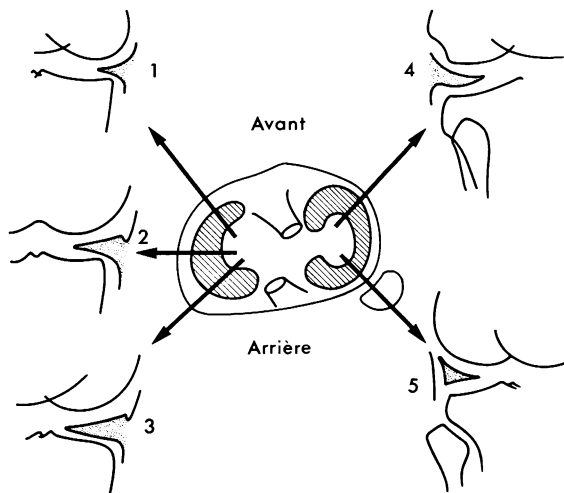
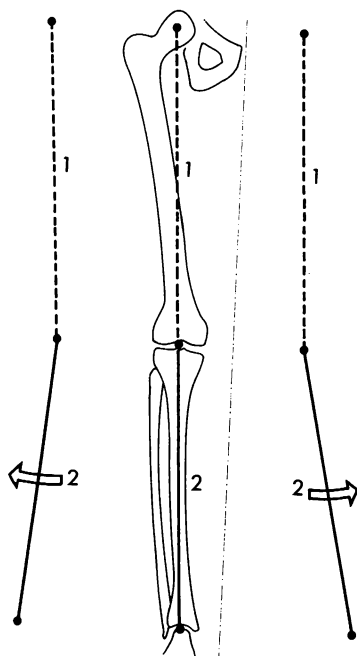


FIG. 2-36. – Arthrographie du genou, image normale (d'après G. Pallardy)

On réalise des clichés en prenant des images tangentielles en rotation successive de différents angles pour radiographier isolément les différentes parties des ménisques.

1, corne antérieure du ménisque interne ; 2, portion moyenne du ménisque interne ; 3, corne postérieure du ménisque interne ; 4, corne antérieure du ménisque externe ; 5, corne postérieure du ménisque externe. A noter le passage du tendon du muscle poplité.

– les fractures intercondyliennes avec branchement en T ou en Y d'un trait vertical au trait supracondylien horizontal.

2° *Les fractures de l'extrémité supérieure du tibia.* Ce sont le plus souvent des fractures-tassements du plateau tibial, par enfoncement vertical interne ou externe ou fracture comminutive.

3° *Les fractures de rotule* doivent être distinguées des anomalies congénitales de la rotule : patella bi ou multi-partita (clichés comparatifs). On distingue habituellement : les fractures transverses horizontales avec ascension du fragment supérieur, qui peuvent se compliquer de pseudarthrose compromettant la fonction du quadriceps ; les fractures verticales ou marginales, qui s'accompagnent parfois de luxations.

4° *Les lésions méniscales* ne sont visibles que lors de l'arthrographie. C'est le ménisque interne qui est le plus souvent touché, et surtout sa corne postérieure.

IV. – LA JAMBE

■ *Les incidences radiologiques.* – Les incidences habituelles sont la face et le profil.

■ *Les traumatismes de la jambe.* – Les fractures de jambe sont parmi les plus fréquentes des fractures de l'organisme. Il s'agit le plus souvent de fractures des deux os de la jambe à la partie moyenne (fig. 2-37), parfois un second trait détache un fragment intermédiaire en aile de papillon.

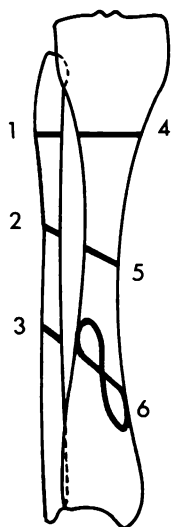


FIG. 2-37.

Fractures des deux os de la jambe.

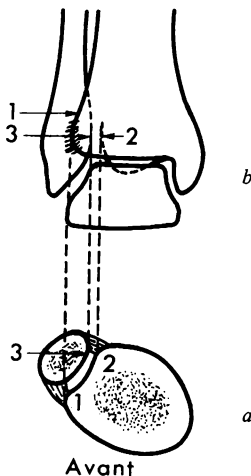
1, transversale ; 2, oblique ; 3, spiroïde ;
4, diaphysaire haute ; 5, diaphysaire
moyenne ; 6, diaphysaire basse.

FIG. 2-38.

Les empiètements péronéo-tibiaux inférieurs.

a) Coupe horizontale de la cheville en rotation interne de 15°. La partie externe de l'extrémité inférieure du tibia comporte 2 tubercules (1 : antérieur et 2 : postérieur).

b) De face : 1, le tubercule antérieur est plus externe que le postérieur, il empiète d'environ 8 mm sur le contour interne du péroné (3); 2, le tubercule postérieur est distant de 2 mm du contour interne du péroné.



Les fractures du tiers inférieur du tibia s'associent fréquemment à une fracture de l'extrémité supérieure du péroné.

Les fractures de l'extrémité inférieure du péroné sont très souvent associées à une luxation de la cheville.

V. – LA CHEVILLE

■ Les incidences radiologiques.

a) **De face** (fig. 2-38). – La malléole externe descend plus bas que l'interne. L'interligne articulaire de la tibio-tarsienne est régulièrement parallèle et mesure 2 mm. L'extrémité inférieure du tibia comporte en dehors des tubercules ; le contour du péroné passe environ au niveau du tiers interne de la distance qui sépare ces deux tubercules.

b) **L'incidence de profil** étale l'astragale et le calcanéum (fig. 2-39). Le bord postérieur de l'extrémité inférieure du tibia descend plus bas que le bord antérieur.

Au niveau de la malléole interne, le tubercule antérieur est plus bas que le postérieur.

Sur ce cliché de profil, on peut mesurer l'angle de Böhler et étudier les parties molles de l'arrière pied (fig. 2-40)

c) **Les clichés en oblique**, en rotation interne à 45°, étudient la malléole péronière.

d) **Les clichés en position forcée**, en varus ou tiroir peuvent mettre en évidence des lésions ligamentaires (ligament inter tibio péronier-diastasis – ligament latéral externe).

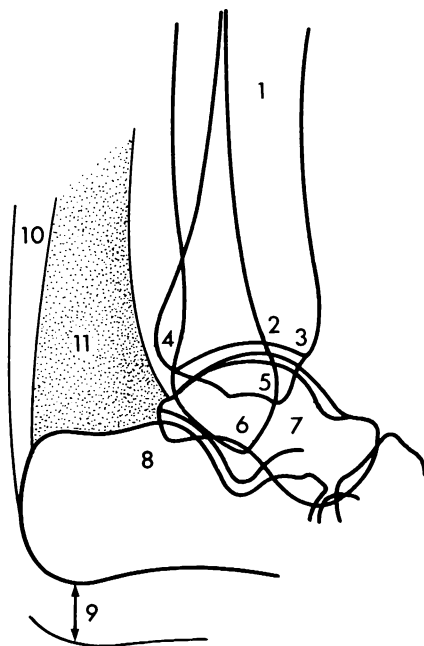
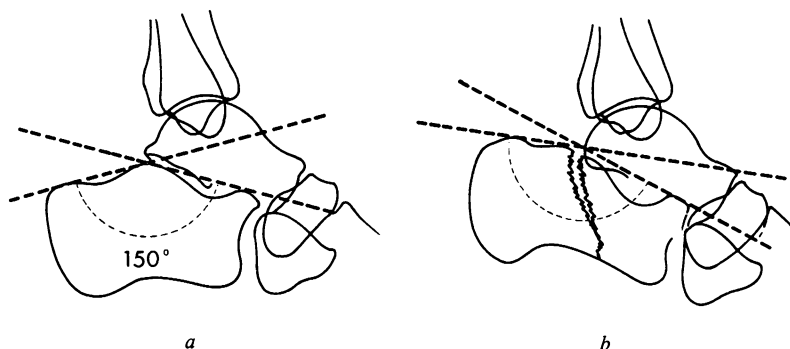


FIG. 2-39.

Articulation tibiotarsienne de profil.

1. Diaphyse tibiale ; 2. Pilon tibial ; 3. Bord antérieur de la surface articulaire tibiale ; 4. Bord postérieur de la surface articulaire tibiale ; 5. Malléole interne ; 6. Malléole externe ; 7. Astragale ; 8. Calcanéum ; 9. Semelle plantaire 2,2 cm ; 10. Tendon d'Achille ; 11. Espace clair rétro-tibial (triangle de Kager).

FIG. 2-40. - *Angle de Böhler.*

a) Normalement les deux droites passant par le sommet de l'articulation astragalo-calcanéenne postérieure, l'une par le bec de la grande apophyse, l'autre par le sommet de la tubérosité postérieure, font un angle de 140 à 160°.

b) Fracture tassement du calcanéum : ouverture de l'angle.

e) Des clichés en charge de face, avec cerclage des parties molles de l'arrière-pied, décèlent un varus ou un valgus du talon.

■ Les traumatismes de la cheville.

a) Les luxations ou fractures-luxations de la cheville :

- *par adduction (rare)*. Elles associent de façon variable une fracture de la malléole externe au-dessous de l'articulation péronéo-tibiale inférieure, une rupture du ligament latéral externe, une fracture en coin de la malléole interne ;
- *par abduction (ou fracture de Dupuytren)* : la plus fréquente (fig. 2-41) ; dans ces fractures existe un diastasis péronéo-tibial inférieur qui peut, s'il n'est pas traité, donner lieu à des complications statiques et mécaniques graves, d'où l'intérêt de l'étude minutieuse du cliché de face et des empiètements des tubercules tibiaux sur le péroné (fig. 2-38).

b) Les fractures isolées :

- fracture de l'extrémité inférieure du tibia souvent multiple, grave car articulaire ;
- les fractures de l'astragale : soit fracture du col avec ou sans déplacement (risque de nécrose secondaire du corps ou de la tête), soit fracture plurifragmentaire du corps.

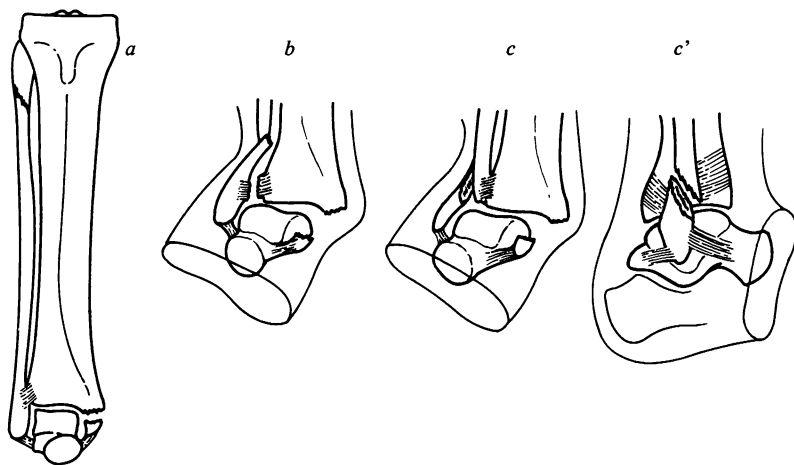


FIG. 2-41 – Fractures bimalléolaires par abduction.

a) Fracture de la malléole interne, associée à une fracture péronière haute.
 b) Fracture de la malléole interne, associée à une fracture péronière basse et à un diastasis tibio-péronier (fracture de Dupuytren).
 c) Fracture de la malléole interne, associée à une fracture de la malléole externe ; le trait péronier n'est souvent bien visible que sur le profil (c') (fracture de Dupuytren basse).

VI. - LE PIED

■ *Les incidences radiologiques.* - Le profil permet l'étude du calcanéum (fig. 2-40). La projection du talon sur le plan horizontal réalise l'incidence rétro-tibiale pour une étude du calcanéum et des tubérosités postérieures.

L'avant-pied s'étudie habituellement de face (fig. 2-42) ; en effet, de profil, les métatarsiens et le tarse antérieur se superposent.

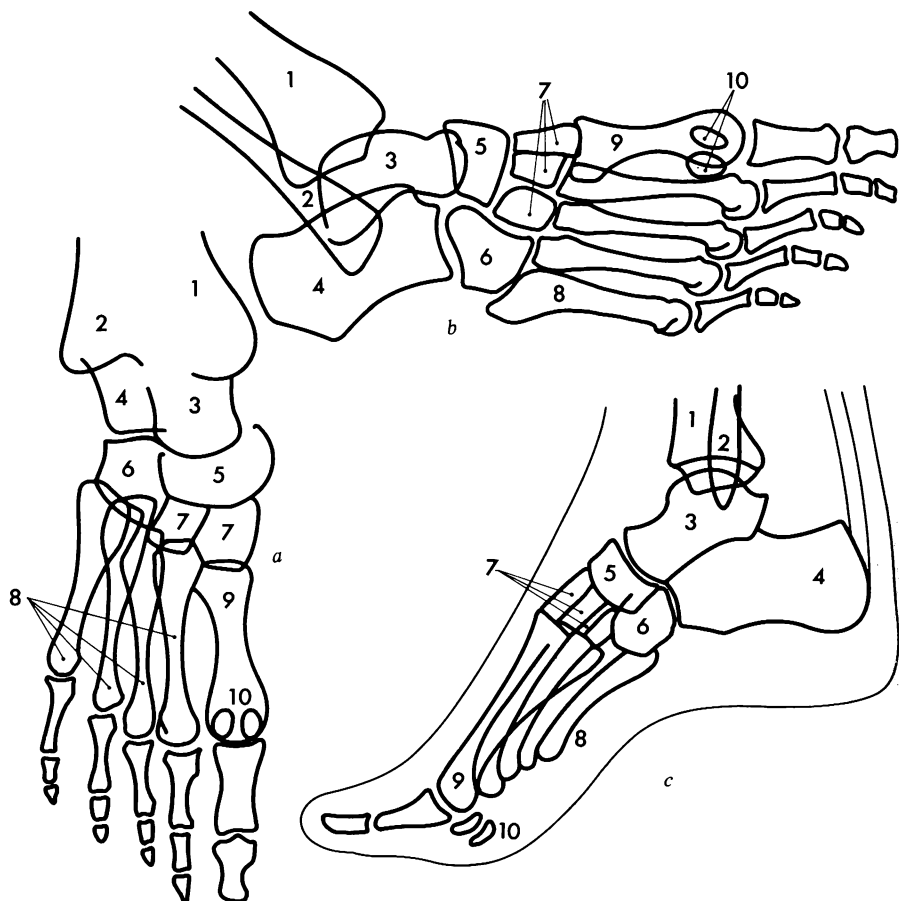


FIG. 2-42. - Pied.

1. Tibia ; 2. Péroné ; 3. Astragale ; 4. Calcanéum ; 5. Scaphoïde ; 6. Cuboïde, 7. Cunéiformes ; 8. Métatarsiens ; 9. 1^{er} métatarsien ; 10. Sésamoïde du gros orteil ; Notez l'absence de superposition des os de l'arrière-pied.

a) De face.

b) « Déroulé ».

c) De profil (seules les deux phalanges du gros orteil ont été représentées).

Une incidence oblique (pied déroulé) permet un étalement satisfaisant des métatarsiens en projetant sur le plan horizontal le pied en rotation interne.

Incidences spéciales : pied de profil en charge et avant-pied de face en charge.

■ **Les traumatismes du pied.** – Les fractures du calcanéum nécessitent une radiographie de profil (fig. 2-39) et une incidence rétrotibiale.

Tarse antérieur : la fracture du scaphoïde tarsien est la plus fréquente des fractures du tarse ; (risque de nécrose aseptique).

Métatarsiens et orteils : la fracture du cinquième métatarsien est fréquente. En cas de pseudarthrose de l'apophyse styloïde du cinquième métatarsien, la fonction du court péronier latéral, qui s'y insère, peut être compromise.

C. – LE RACHIS

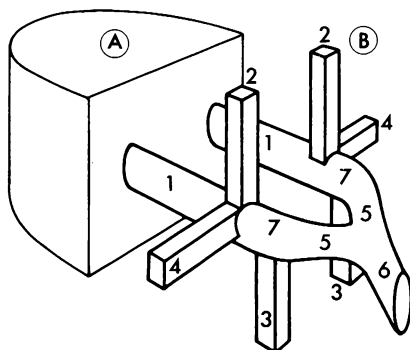
L'étude radiographique du rachis est délicate du fait de la complexité élémentaire de la vertèbre et les courbures rachidiennes. La vertèbre type, schématique, comprend (fig. 2-43) :

- un corps vertébral antérieur ;
- un arc postérieur, constitué de 2 pédicules implantés à la face postérieure des corps vertébraux, de 2 apophyses articulaires supérieures et antérieures, de 2 apophyses articulaires inférieures et postérieures, de 2 portions qui unissent les articulations supérieures et inférieures et appelées les isthmes, de 2 apophyses transverses insérées latéralement sur le massif des articulaires supérieurs (les 2 lames de largeur variable fermant en arrière le canal neural), et de l'apophyse épineuse à la jonction des lames en arrière. Ces 13 éléments, qui se retrouvent à tous les étages du rachis, prennent les aspects variables qui confèrent leur individualité propre aux vertèbres cervicales, dorsales, ou lombaires.

FIG. 2-43.
Représentation schématique d'une vertèbre.

A, corps vertébral.

B, arc postérieur : 1, pédicule ; 2, articulaire supérieure ; 3, articulaire inférieure ; 4, transverse ; 5, lame ; 6, épineuse ; 7, isthme.



Les vertèbres sont séparées par les disques intervertébraux, radio-transparents. Leur épaisseur varie selon les étages considérés. Les disques les moins épais sont les disques dorsaux moyens (D5-D6) ; ils augmentent ensuite d'épaisseur lorsque l'on s'éloigne de part et d'autre de cet étage.

Les courbures rachidiennes conditionnent les incidences (fig. 2-44).

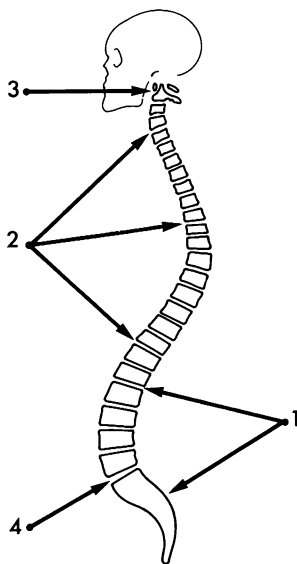


FIG. 2-44.

Technique radiologique.

Les flèches schématisent la direction du rayonnement incident qui est choisi pour « enfler » les disques.

1, pour le rachis lombo-sacré ; 2, pour le rachis dorsal ; 3, charnière cervico-occipitale ; 4, disque L5-S1.

I. - INCIDENCES RADIOLOGIQUES

■ *Vertèbre lombaire prise pour type.*

a) **L'incidence de face** (fig. 2-45). – Corps vertébral rectangulaire. Base d'insertion des pédicules arrondie et ovale (les yeux de la vertèbre), éléments de l'arc postérieur en aile de papillon, image en larme médiane de l'apophyse épineuse.

Image défectueuse lorsque la vertèbre n'est pas strictement de face : aspect ovale des plateaux. Apophyse épineuse non strictement médiane.

La distance qui sépare les corticales internes des deux pédicules représente le diamètre transverse du canal rachidien. (fig. 2-46).

b) **Incidence de profil** (fig 2-46). – Le corps vertébral est rectangulaire. En arrière de lui, l'arc postérieur est étalé, avec la superposition des parties droite et gauche. D'avant en arrière, pédicule, massif articulaire et épineuse sont plus ou moins faciles à distinguer, selon l'étage.

Les bords postérieurs des vertèbres sont alignés les uns avec les autres, et représentent la face antérieure du canal rachidien. Le diamètre antéro-posté-

FIG. 2-45. — *Vertèbre lombaire de face*
(légende : cf. fig. 2-43).

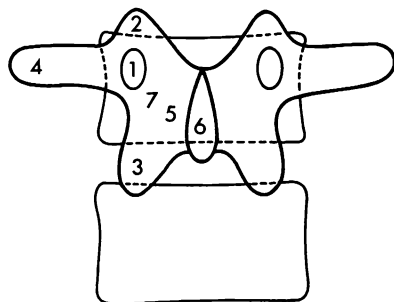
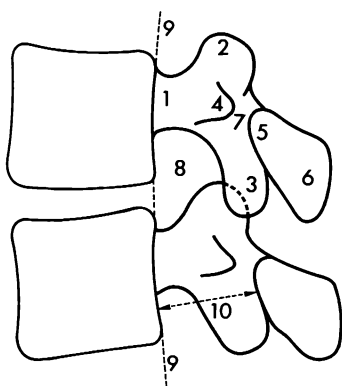


FIG. 2-46.
Vertèbres lombaires de profil.
(légende : cf. fig. 43).

8, trous de conjugaison ; 9, mur vertébral postérieur ; 10, diamètre antéro-postérieur du canal rachidien.

rier du canal rachidien est mesuré entre le bord postérieur du corps vertébral, et l'extrémité antérieure de l'apophyse épineuse.

c) **Incidence oblique** (fig. 2-47). — Projection de la vertèbre sur un plan oblique.

Ce cliché, qui doit être bilatéral, a pour but de séparer la superposition des massifs articulaires du cliché de profil et d'étudier séparément les côtés droit et gauche de l'arc postérieur.

A noter que les *trous de conjugaison* (espace compris entre les pédicules supérieurs et inférieurs, le massif des articulaires en arrière, et les articulations intersomatiques en avant, par où sort le nerf rachidien) sont étudiés différemment selon l'étage. A l'étage cervical : clichés de 3/4. A l'étage dorsal et lombaire : clichés de profil.

■ **Le rachis cervical** (fig. 2-48).

a) **Incidence de face.** — Étude satisfaisante depuis la troisième vertèbre cervicale jusqu'aux premières dorsales.

Les corps vertébraux présentent, de part et d'autre, des petits prolongements : les uncus. Les apophyses articulaires ne sont pas analysables.

Superposition sur les bords latéraux de C5 et C6 des cartilages thyroïdes, parfois calcifiés. Superposition sur C3 de l'os hyoïde. Superposition de la

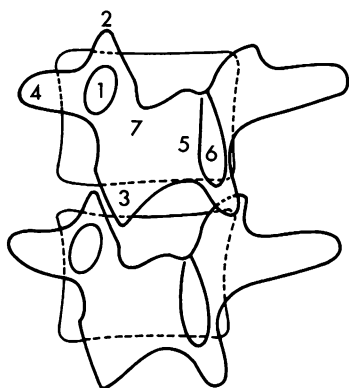
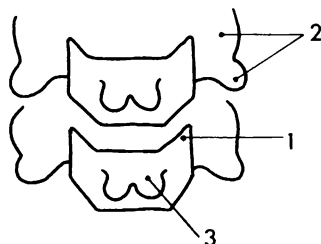


FIG. 2-47.
Vertèbre lombaire en oblique.
(légende : cf. fig. 2-43)

FIG. 2-48. – Vertèbre cervicale de face.

1. Uncus ; 2. Massif des articulaires et des transverses ; 3. Épineuse.



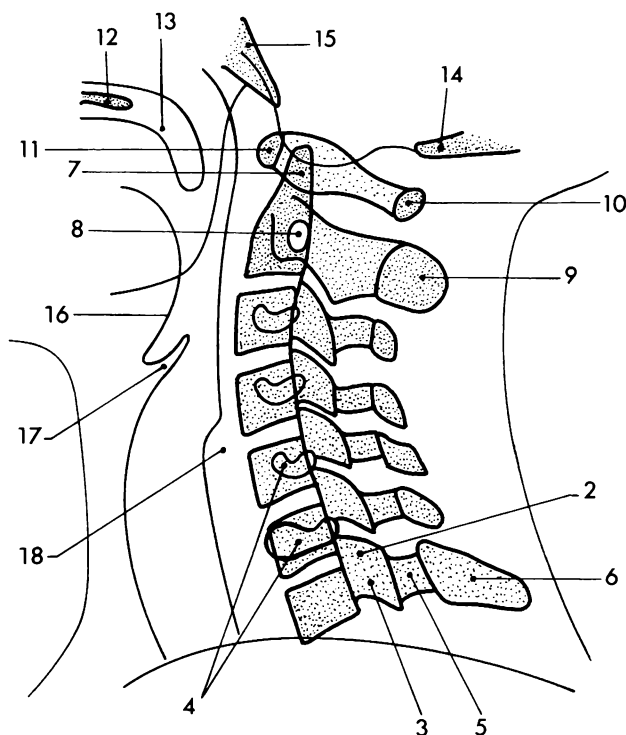
colonne claire de la trachée, avec son rétrécissement glottique qui se projette environ sur le corps de C4.

b) Incidence de profil (fig. 2-49). – Bonne visibilité, de l'atlas aux vertèbres cervicales inférieures. Selon la superposition de l'épaule, on peut voir la septième vertèbre cervicale, parfois la première ou la deuxième dorsale.

Le corps vertébral présente un rebord inféro-antérieur effilé. Les apophyses transverses se projettent sur sa partie postérieure en forme de U. Massif articulaire en arrière, avec interligne articulaire oblique en bas et en arrière, à 40° environ. Des apophyses épineuses, de taille variable, deux sont volumineuses, C2 et C7.

Le bord postérieur des corps vertébraux forme le mur vertébral postérieur, bord antérieur du canal rachidien, dont le bord postérieur est délimité par la corticale antérieure des épineuses.

Le cliché du rachis cervical de profil a également la particularité de montrer les parties molles prévertébrales qui sont soulignées par l'air laryngo-trachéal. Jusqu'en C4, les parties molles prévertébrales représentent l'espace rétropharyngien, qui mesure environ 3 à 5 mm. Au niveau de C4, les parties molles représentent l'œsophage cervical, souligné en avant par la trachée : c'est l'espace rétrotrachéal qui mesure environ 15 mm.

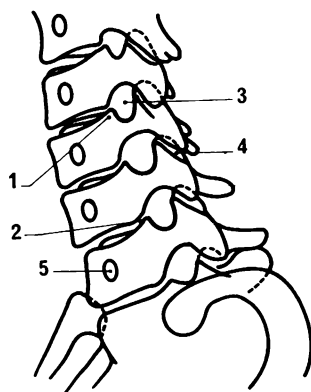
FIG. 2-49. – *Rachis cervical de profil.*

7. Apophyse odontoïde ; 8. Trou transversaire de C2 ; 9. Apophyse épineuse de C2 ; 10. Apophyse épineuse de C1 ; 11. Arc antérieur de C1 ; 12. Palais osseux ; 13. Voile du palais et luette ; 14. Bord postérieur du trou occipital ; 15. Lame basilaire ; 16. Bord postérieur de la langue ; 17. Épiglotte ; 18. Parties molles rétro-pharyngées postérieures avec épaississement à partir de C4 correspondant à l'œsophage.

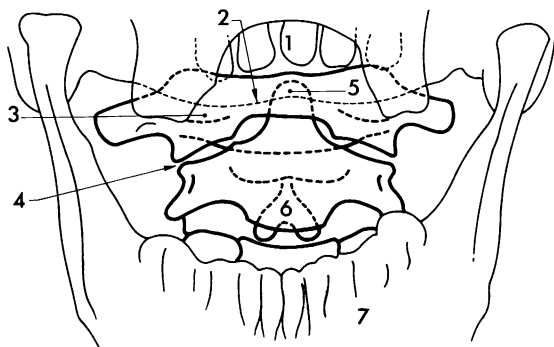
c) **Les incidences obliques de trois quarts** sont réalisées en projetant le rachis cervical sur un plan vertical, faisant un angle de 55° avec le plan frontal, permettant ainsi l'analyse des trous de conjugaison (fig. 2-50).

Ces trous sont de forme ovale, il existe huit paires de nerfs rachidiens cervicaux ; la vertèbre qui forme la limite inférieure du trou donne son nom au nerf sus-jacent. Le huitième nerf rachidien cervical passe par le trou formé entre C7 et D1.

d) **La charnière cervico-occipitale.** – De face, l'étude de la charnière cervico-occipitale se fait sur un cliché bouche ouverte (fig. 2-51) ; des tomographies permettent des repères précis (fig. 2-52). De même, de profil existent plusieurs repères (fig. 2-53).

FIG. 2-50 – *Rachis cervicale de 3/4.*

1, apophyse unciforme ; 2, articulation intervertébrale ; 3, trou de conjugaison ; 4, articulation intervertébrale ; 5, pédicule.

FIG. 2-51. – *Atlas-axis de face.*

1, incisive supérieure ; 2, face inférieure de l'occipital ; 3, masse latérale de l'atlas ; 4, articulation atloïdo-axoïdienne ; 5, odontoïde, 6, épineuse de l'axis ; 7, maxillaire inférieur.

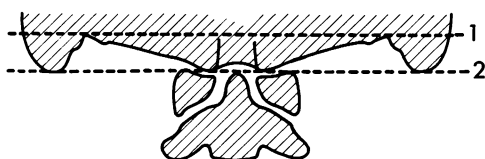


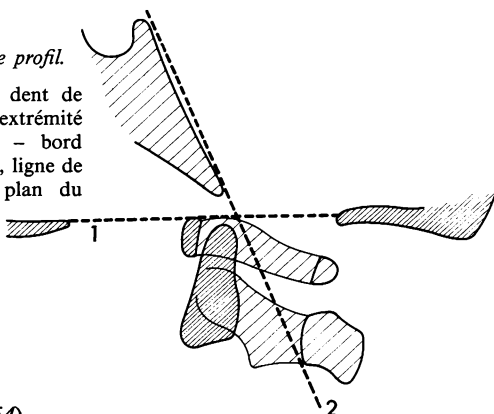
FIG. 2-52. – Repères radiologiques sur une tomographie de face.

1, ligne bidigastrique distante de 1 cm de l'odontoïde ; 2, ligne bimastoïdienne tangente.

FIG. 2-53.

Charnière cervico-occipitale de profil.

Deux lignes tangent à la dent de l'axis ; 1, ligne de Chamberlain (extrémité postérieure du palais osseux – bord postérieur du trou occipital) ; 2, ligne de Wackenheim prolongeant le plan du clivus.



■ Le rachis dorsal (fig. 2-54).

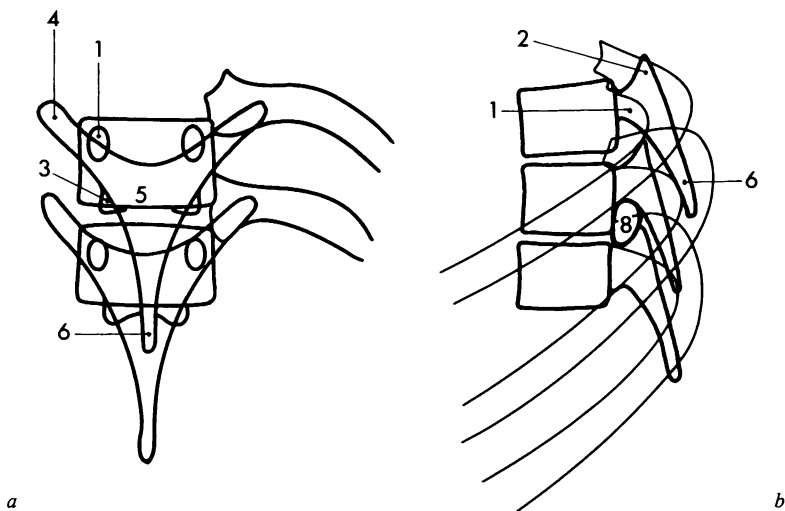
a) **Incidence de face.** – Elle est rendue délicate en raison, d'une part, de la cyphose dorsale physiologique, d'autre part, de la superposition du médiastin.

Les espaces intervertébraux sont étroits. Les pédicules sont alignés, et leur écartement va en augmentant de haut en bas. Les épineuses sont déjetées très au-dessous du corps de la vertèbre à qui elles appartiennent, en raison de la forte obliquité de l'arc postérieur des vertèbres dorsales.

Latéralement, corps vertébraux et apophyses transverses s'articulent avec les côtes correspondantes.

L'air pulmonaire souligne les parties molles qui entourent à droite et à gauche les corps vertébraux : ainsi est délimitée la *ligne paravertébrale* normalement distante de 5 mm du bord latéral du corps vertébral (intérêt dans la mise en évidence d'épanchement d'origine vertébrale, hématome de fracture du rachis, abcès de spondylodiscite, ou d'adénopathies.)

b) **Incidence de profil.** – Difficulté d'obtention de bons clichés au niveau dorsal supérieur, en raison de la superposition des épaules. Les trous de

FIG. 2-54 – *Rachis dorsal.*

- a) Face.
- b) Profil (cf. fig. 20-3).
- 8. Trou de conjugaison.

conjugaison sont visibles sur le cliché de profil. Les massifs articulaires sont d'analyse difficile, en raison de la superposition avec les extrémités internes des côtes.

■ **Le rachis lombaire** (voir la vertèbre type, p. 95).

a) **Incidence de face** (fig. 2-45). – A signaler de plus latéralement les bords externes des psoas visibles de D12 à la crête iliaque. Du fait de son obliquité, le disque lombo-sacré échappe habituellement à l'examen radiologique lombaire de face standard.

b) **Incidence de profil** (fig. 2-46). – Les disques intervertébraux sont d'épaisseur croissante de haut en bas. Le disque le plus épais est le disque L4-L5 qui mesure 1,5 cm.

c) **Les incidences obliques**. – Projection sur un plan oblique faisant 45° avec le plan frontal, formant l'image des « petits chiens équilibrés », le cou du petit chien représentant la projection de l'isthme de l'arc postérieur (fig. 2-47).

d) **La charnière lombo-sacrée** nécessite une étude spéciale en raison de l'importante obliquité du disque lombo-sacré sur l'horizontale (30 à 40° voire plus), et de l'épaisseur du bassin de profil.

– *De face* : l'inclinaison du rayon (fig. 2-44) permet une étude du disque lombo-sacré, du plateau inférieur L5, et de la plate-forme sacrée.

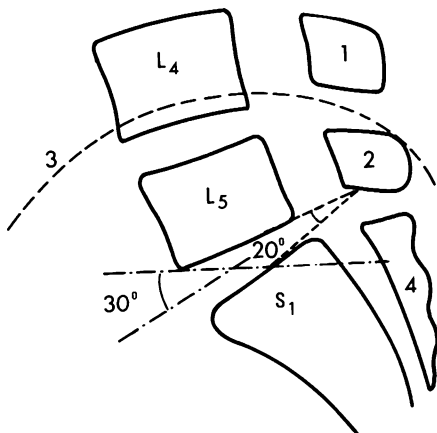
– *De profil* : le disque lombo-sacré a un aspect de dièdre de 20° ouvert en avant.

La direction de l'ensemble du disque fait un angle de 30 à 40° , voire plus, avec l'horizontale. Les crêtes iliaques croisent la partie inférieure de la quatrième lombaire ou le disque L4-L5 (fig. 2-55).

FIG. 2-55. – *Charnière lombo-sacrée de profil.*

1. Épineuse de L4 ; 2. Épineuse de L5 ; 3. Crête iliaque ; 4. Épineuses sacrées.

Le disque L4-L5 est le plus épais de l'organisme. Le disque L5-S1 est cunéiforme.



e) **Les incidences « dynamiques »**. – Les radiographies de face, avec flexion latérale du tronc, entraînent normalement un pincement régulier des disques du côté de la flexion. De même, pour les clichés de profil en flexion et en extension (voir p. 162).

II. – LES TRAUMATISMES DU RACHIS

Les lésions traumatiques du rachis, heureusement rares, sont dominées par la fréquence des blessures de la moelle par commotion, contusion, compression, déchirure ou épanchement sanguin compressif.

■ *Les fractures du corps vertébral* (fig. 2-56.)

a) **Fractures parcellaires du corps vertébral**. – Elles sont souvent isolées. Elles ne s'accompagnent pas de grosses lésions ligamentaires. Elles ne mettent pas en jeu la stabilité du rachis.

b) **Fractures totales du corps vertébral**. – Elles sont plus graves, car elles peuvent être génératrices d'accidents médullaires, soit immédiats, soit secondaires (en raison d'une instabilité), soit tardifs, en rapport avec un cal. De l'intégrité du mur postérieur dépend l'intégrité médullaire.

1° *Le tassement cunéiforme* est le plus fréquent.

2° *La fracture comminutive* s'accompagne habituellement de gros dégâts neurologiques.

3° *La fracture-luxation* combine les lésions du corps vertébral, la rupture

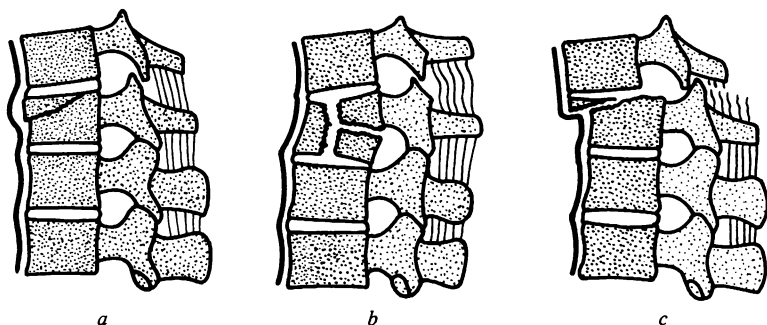


FIG. 2-56 – Fractures du rachis.

- a) Fracture tassement vertébral : intégrité du mur postérieur.
- b) Fracture comminutive plurifragmentaire : modification du mur vertébral postérieur
- c) Fracture-luxation du rachis.

du ligament inter-épineux, et la dislocation des apophyses articulaires. La rupture simultanée de tous les systèmes de contention vertébraux porte la menace d'une grande instabilité.

Toutes ces fractures sont dominées par leur stabilité ou leur instabilité qui dépend de l'intégrité ou non de la colonne postérieure et du mur postérieur, protecteurs de la moelle et des méninges. L'examen radiologique s'attachera donc, dans la mesure du possible, à définir l'état du mur postérieur.

Les lésions disco-ligamentaires peuvent s'associer aux lésions du corps vertébral, avec déchirure ligamentaire, et migration du nucleus pulposus soit en avant, soit en haut, en bas, dans l'os spongieux vertébral sus ou sous-jacent, soit en arrière dans le canal rachidien, pouvant à lui seul compromettre le tissu nerveux.

■ **Les fractures isolées de l'arc postérieur.** – Dans la mesure où elles demeurent réellement isolées, elles respectent habituellement l'axe rachidien : fractures des lames, des apophyses transverses ou des costiformes lombaires, des apophyses épineuses, des apophyses articulaires.

■ **Lésions traumatiques du rachis cervical.** – Elles se singularisent par la possibilité de retentissement médullo-bulbaire avec risque de tétraplégie. Ces complications redoutables peuvent être immédiates ou secondaires. Par ordre de fréquence on distingue :

- les fractures de l'odontoïde (intérêt du cliché bouche ouverte, voire des tomographies de face et de profil) ; risque de déplacement secondaire ;
- les fractures des arcs de l'atlas ;
- les fractures du corps vertébral, notamment corps de l'axis ou corps des vertèbres cervicales inférieures ;
- les fractures de l'épineuse, notamment cervicales, basses ou dorsales supérieures.

Un tableau particulier représenté par le *coup du lapin* : il s'agit d'un traumatisme en hyper-extension du cou, par exemple lors du rebond élastique

de la tête après collision frontale. Les vertèbres les plus touchées sont les quatrième et cinquième cervicales. On peut noter des fractures variables de l'arc postérieur. Dans certains cas, peut se produire une luxation plus ou moins importante, plus ou moins complètement réductible spontanément, et qui donne lieu à de gros troubles neurologiques, alors que les clichés radiographiques ne montrent pas les lésions traumatiques.

■ **Spondylolyse et spondylolisthésis.** – La spondylolyse est une solution de continuité de l'arc postérieur sur l'isthme vertébral, surtout rencontré aux étages inférieurs du rachis particulièrement sur L5-S1.

Le spondylolisthésis est le glissement antérieur d'une vertèbre sur la vertèbre sous-jacente, en raison de l'existence d'une spondylolyse bilatérale. La responsabilité de traumatisme dans ces lésions est discutable.

De telles modifications topographiques de l'empilement vertébral au niveau lombaire inférieure peuvent s'observer également en cas d'arthrose des articulations inter-apophysaires postérieures.

D. – CÔTES ET STERNUM

I. – INCIDENCES RADIOLOGIQUES

a) **De face** : Les arcs costaux postérieur et antérieur sont visibles.

b) **De profil** : étude du sternum.

c) **Incidence oblique** pour étudier la partie moyenne des arcs costaux.

Les côtes et le sternum, reliés par les cartilages costaux radio-transparents, sont indissociables des vertèbres dorsales, formant ensemble la cage thoracique. L'étude radiographique d'une lésion costale ou sternale comprendra donc, de plus, l'étude radiographique du contenu de la cage thoracique.

II. – TRAUMATISMES

Fractures de côtes : unique ou multiples, portant sur un petit nombre de côtes, elles sont parfois de reconnaissance difficile. L'hématome sous-costal, extra-pleural, peut déterminer une image en fuseau, opaque, accolée à la paroi, refoulant le poumon, en regard de laquelle il faut rechercher le trait de fracture. Lorsque le traumatisme est plus violent, on peut observer l'apparition d'un pneumothorax ou d'un hémopneumothorax si le poumon est intéressé par la dilacération.

Les fractures pluricostales peuvent entraîner des volets mécaniquement séparés du reste de la cage thoracique, et créant des problèmes cardio-respiratoires graves, du fait de la possibilité de respiration paradoxale.

IV. – LA PATHOLOGIE OSSEUSE

A. – LES TUMEURS DES OS

Les tumeurs des os se divisent en trois groupes : les tumeurs bénignes, les tumeurs malignes primitives et les tumeurs malignes secondaires.

Nous étudierons aussi, dans ce chapitre, la maladie de Kahler (myélome multiple) et les lésions osseuses des hématosarcomes que l'on doit placer en toute rigueur aux « manifestations osseuses des maladies hématologiques ».

I. – CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX

Les tumeurs bénignes ont certains points communs : lenteur d'accroissement, limitation nette, absence de métastases. A l'inverse, les tumeurs malignes primitives croissent rapidement, sont mal limitées et infiltrantes, envahissent périoste et tissu mou, métastasent rapidement.

Toute tumeur entraîne une résorption osseuse à son contact et suscite une « réaction de l'os » sous forme d'une néoformation osseuse endostale et sous-périostée (l'os fabrique une barrière osseuse autour de la lésion).

Si la tumeur est à croissance rapide (tumeur maligne primitive), l'ostéoformation sous-périostée est débordée par l'ostéolyse tumorale, la tumeur rompt la corticale et envahit les parties molles.

Si la tumeur croît lentement (tumeur bénigne, ou tumeur maligne d'évolution lente), l'activité ostéogène du périoste réussit à la contenir. Même quand la tumeur a dépassé les limites primitives de l'os, l'ostéoformation parvient à maintenir une coque osseuse autour de la tumeur. Il en résulte une apparence soufflée évocatrice d'un processus tumoral d'accroissement lent, et donc le plus souvent bénin.

Lorsqu'il s'agit d'une métastase, la réaction du tissu osseux péri-lésionnel est variable. Le plus souvent, il reste indifférent (forme ostéolytique pure) ; parfois il se densifie (forme ostéocondensante).

II. – TUMEURS BÉNIGNES DES OS

Les tumeurs bénignes des os se développent pendant la période de croissance, à l'exception de la tumeur à cellules géantes (tumeur à myéloplaxes) qui est d'apparition plus tardive. Il est commode de classer les tumeurs bénignes en fonction de leur tissu d'origine.

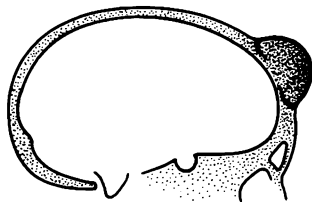
Aux tumeurs bénignes proprement dites, on adjoint volontiers les kystes essentiels et le kyste anévrysmal, bien qu'il s'agisse vraisemblablement de dystrophies et non de tumeurs.

■ **Tumeurs ostéoformatrice.**

a) **Ostéome** (fig. 2-57). – En règle isolé, il s'intègre parfois dans le cadre d'un syndrome de Gardner (associant des ostéomes, une polypose recto-colique diffuse et des kystes cutanés). Il siège électivement sur la *voûte du crâne* et les parois osseuses des *cavités sinusiennes de la face*. Il se traduit par une *opacité très dense et homogène*.

FIG. 2-57. – *Ostéome de la voûte.*

Opacité de taille variable développée sur la table externe dense, homogène, à limites nettes, semi-circulaire.



b) **Ostéome ostéoïde** (fig. 2-58). – Cliniquement, il est à l'origine de *douleurs tenaces à recrudescence nocturne*, classiquement calmées par l'aspirine. De petit volume (1 à 2 cm de diamètre), il entraîne une très importante réaction ostéogène, pouvant masquer parfois l'image claire de la tumeur elle-même, le nidus, mieux visible sur une tomographie. Il siège sur les os longs des membres inférieurs.

Diagnostic différentiel : abcès chronique, ostéomyélite sclérosante.

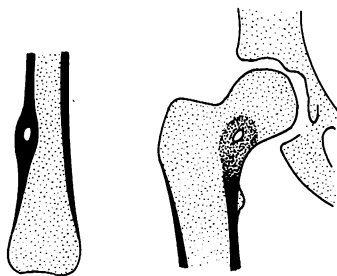


FIG. 2-58. – *Ostéome ostéoïde.*

a) Localisation à la corticale d'un os long. Petite zone radiotransparente ovale au sein d'une réaction périostée importante soufflant l'os.

b) Localisation au col fémoral. Aire radio-transparente entourée d'ostéocondensation.

c) **Ostéoblastome bénin**. – Rare, siégeant sur la colonne vertébrale, les grands os longs des membres ou les extrémités, souvent volumineux, il peut être transparent ou moucheté d'opacités, ou encore radio-opaque.

■ Tumeurs cartilagineuses.

a) **Ostéochondrome (exostose)** (fig. 2-60). – Le plus souvent unique, elle s'intègre parfois dans le cadre d'une maladie exostosante, héréditaire, autosomique à transmission dominante.

C'est la plus fréquente des tumeurs bénignes osseuses.

Elle siège près du cartilage de conjugaison des grands os longs des membres, volontiers au voisinage du genou.

Son aspect radiologique est celui d'une excroissance osseuse. Elle cesse de croître à la fin de la croissance du squelette. Elle peut dégénérer (chondrosarcome).

b) **Chondrome** (fig. 2-59). – Le plus souvent latent, parfois découvert lors d'une fracture, le chondrome est en règle unique. Il siège avec prédilection aux phalanges des mains et des pieds. Il réalise une zone radiotransparente, plus souvent centrale, homogène, ou parsemée de petites opacités, à contours nettement tracés, avec amincissement de la corticale et souvent soufflure de l'os. Les chondromes sont parfois multiples. Dans la chondromatose du squelette (maladie d'Ollier), ils sont unilatéraux.



FIG. 2-59. – *Chondrome phalangien.*

Image claire, bien limitée, soufflant l'os. Petits îlots de calcifications. Siège phalangien caractéristique.

c) **Chondroblastome bénin** (fig. 2-60). – Traduction clinique : douleur articulaires. C'est la seule tumeur bénigne épiphysaire de l'adolescence. Siégeant au sein d'une grosse épiphyse (épaule, hanche, genou), il se traduit par une zone transparente, à contours polycycliques soulignés par un liseré de condensation, et contenant de fines mouchetures calcifiées.

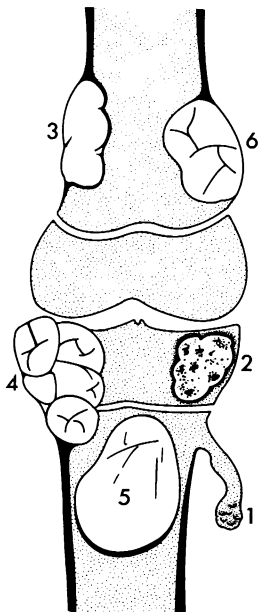
■ Tumeurs conjonctives.

a) **Fibrome non ostéogénique** (fig. 2-60). – Asymptomatique et découvert fortuitement, le fibrome non ostéogénique est l'équivalent chez l'adulte de la lacune corticale métaphysaire de l'enfant. Celle-ci, en règle générale, disparaît en quelque années. Elle fait parfois le lit d'un fibrome non ostéogénique.

FIG. 2-60.

Localisation de quelques tumeurs bénignes osseuses.

1, exostose tibiale siège métaphysaire direction descendante; 2, chondroblastome bénin, rare, seule tumeur bénigne épiphysaire de l'adolescence; 3, lacune corticale métaphysaire; fibrome non ostéogénique, métaphysaire; 4, tumeur à cellules géantes épiphysaire, soufflante; 5, kyste solitaire: métaphysaire, progressant vers la diaphyse, limites nettes, fond de coquetier; 6, kyste anévrysmal, métaphysaire, asymétrique, contenant quelques travées.



Aspect radiologique: zone transparente métaphysaire, excentrique, ovale à grand axe vertical, dont le contour interne est bordé de sclérose et le contour externe est une mince coque osseuse bombée.

b) Tumeurs bénignes à cellules géantes (tumeur à myéloplaxes) (fig. 2-60). – Elles se rencontrent exclusivement chez l'adulte. Elles sont de siège épiphysaire (souvent près du genou). Elles réalisent une image claire, volontiers excentrique, soufflant l'os; parfois coupées de travées opaques qui donnent un aspect en ruche. Elles peuvent dégénérer.

c) Fibrome chondro-myxœide. – Tumeur rare, de siège métaphysaire, volontiers excentrique, se traduisant par une zone radiotransparente, coupée de travées opaques, à grand axe vertical pouvant atteindre 6 à 8 cm de haut.

d) Angiomes des os. – De découverte fortuite, parfois cependant à l'origine de rachialgies, il siège essentiellement aux vertèbres et sur la voûte du crâne. Il est responsable d'un aspect cannelé de la vertèbre atteinte, qui est légèrement hypertrophiée (fig. 2-61).

e) Kyste solitaire (ou kyste essentiel) (fig. 2-60). – Souvent révélé par une fracture métaphysaire sur les os longs (l'humérus, le tibia, ou le fémur).

Aspect radiologique: zone transparente assez volumineuse, ovale, très bien limitée, soufflant l'os, présentant une densification à son pôle diaphysaire (fond de coquetier).

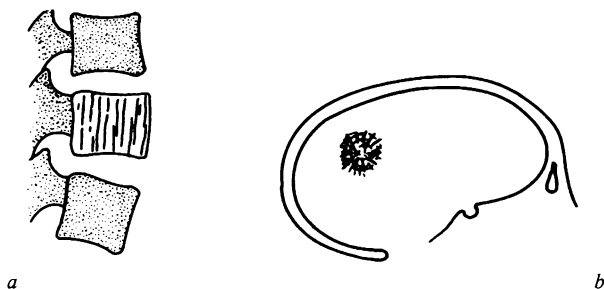


FIG. 2-61. – Angiome des os.

- a) Localisation vertébrale : aspect strié, cannelé.
 b) Voûte du crâne : petite image stellaire réticulée.

f) **Kyste anévrysmal** (fig. 2-60). – Sur les os longs, il est métaphysaire, sous-cortical. Sa paroi externe est mince. Il présente parfois quelques travées opaques en son sein.

Sur les vertèbres, il est à l'origine d'une image soufflante d'allure lytique.

■ **Tels sont les aspects radiologiques des tumeurs osseuses bénignes** les plus fréquentes.

Rappelons que parmi les éléments diagnostiques, outre l'aspect radiologique, le siège sur l'os atteint et l'âge constituent des données de première valeur.

L'ensemble de ces éléments, dans les cas typiques, permet souvent un diagnostic précis. *La confirmation histologique* reste indiquée dans les cas non typiques et dans les formes à manifestation spontanée bruyante faisant craindre une transformation histologique maligne (exemples : transformation d'une exostose en chondrosarcome, tumeur maligne à cellules géantes).

III. – TUMEURS MALIGNES PRIMITIVES DES OS OU OSTÉOSARCOMES

Les ostéosarcomes sont classés en fonction de leur tissu d'origine (tableau V). Nous en avons volontairement éliminé certains, très rares.

■ **Caractères communs.** – Toutes ces tumeurs malignes primitives ont un certain nombre de caractères en commun ;

- cliniques : douleurs locales rapidement atroces, tumeur d'évolution rapide ;
- pronostiques : envahissement local, métastases (pulmonaires ou osseuses) précoces.

■ **Sarcomes ostéogéniques** (fig. 2-62). – Métaphysaire, siégeant dans 80 % des cas près du genou, le sarcome ostéogénique peut réaliser deux tableaux radiologiques différents selon l'importance de l'ostéogénèse intratumorale.

a) **Sarcome non ossifiant.** – Il s'agit d'une zone transparente, non homogène, à limites floues, notamment en profondeur (témoignant d'une évolution rapide).

TABLEAU V. — TUMEURS MALIGNES PRIMITIVES.

<i>Tissu originel</i>	<i>Tumeur maligne primitive</i>	<i>Particularités</i>
Tissu conjonctif ostéoformateur.	Sarcome ostéogénique.	De loin le plus fréquent. Près du genou.
Tissu cartilagineux.	Chondrosarcome.	Primitif ou secondaire.
Tissu conjonctif.	Fibrosarcome.	Près du genou. Purement lytique.
Cellules mésenchymateuses indifférenciées.	Sarcome d'Ewing.	Sujet jeune. Os long. Diaphyse. Bulbe d'oignon.
Cellules réticulaires.	Réticulosarcome.	
Cellules de la notochorde.	Chordome.	

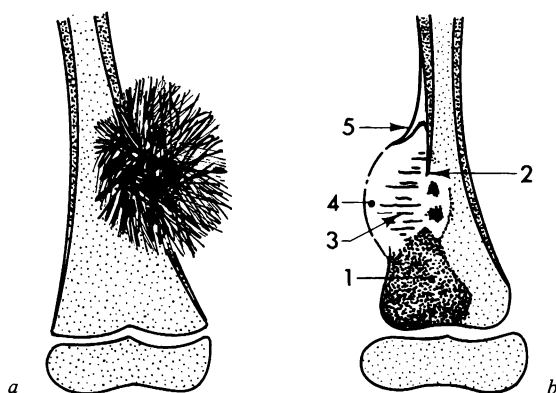


FIG. 2-62. — Sarcomes ostéogéniques.

a) Tumeur très ossifiante de la métaphyse fémorale inférieure. Opacité arrondie constituée de travées osseuses orientées dans toutes les directions.

b) Tumeur de type mixte :

1, zone très opaque ; 2, destruction osseuse avec rupture de la corticale ; 3, spicules perpendiculaires au grand axe de l'os (feu d'herbes) ; 4, tumeur envahissant les parties molles ; 5, éperon périosté.

En superficie, la périphérie de la lésion est parfois marquée par la présence d'un éperon périosté. La portion centrale peut être le siège de travées osseuses plus ou moins visibles, perpendiculaires au grand axe de l'os, réalisant un aspect dit « en feu d'herbes ». Ce dernier aspect traduit une rupture de la corticale et un envahissement des parties molles, en faveur d'une lésion maligne.

b) **Sarcome ossifiant**, le plus fréquent : aux signes précédemment décrits, s'associent des opacités intratumorales, de densité plus ou moins importante, parfois très denses.

■ **Chondrosarcome** (fig. 2-63). – Primitif, il siège souvent aux os longs et au pelvis ; secondaire, il s'agit de la dégénérescence d'un chondrome ou d'un ostéochondrome.

Aspect radiologique : tumeurs radiotransparentes, semées de petites calcifications.

Particularités cliniques : les chondrosarcomes secondaires sont d'évolution relativement lente (50 % de survie à 5 ans).

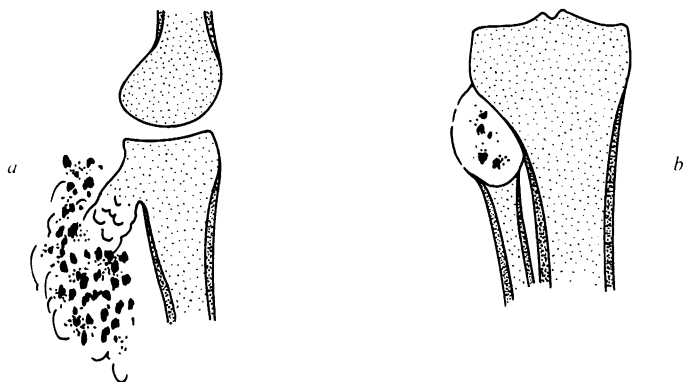


FIG. 2-63. – *Chondrosarcome.*

a) Forme secondaire à un ostéochondrome : tumeur étendue dans les parties molles, mal limitée, parsemée de calcifications.

b) Forme primitive : tumeur soufflante contenant quelques calcifications.

■ **Fibrosarcome**. – Siégeant près du genou, il peut s'observer à tout âge.

Aspect radiologique : image purement lytique, mal limitée.

■ **Sarcome d'Ewing** (fig. 2-64). – Age de survenue : de 10 à 25 ans.

Siège : volontiers la région diaphysaire des os longs.

Aspect radiologique : soit lytique, soit mixte, s'accompagne parfois d'une réaction sous-périostée en bulbe d'oignon (très évocatrice quoique non pathognomonique), traduisant une évolution par poussées successives.

Particularité clinique : radiosensible.

FIG. 2-64.
Sarcome d'Ewing.

Zone de destruction osseuse mal limitée, diaphysaire. Ostéosclérose irrégulière de voisinage, apposition périostée d'apparence feuilletée.



■ **Réticulosarcome des os.** – S'observe surtout chez l'adulte. Moins grave que le sarcome d'Ewing.

Aspect radiologique : zone lytique mal limitée, d'un os long (fémur et tibia surtout).

■ **Chordome.** – Tumeur de l'adulte, particulière par son siège : synchondrose sphéno-occipitale, sacrum, coccyx.

La forme haute, crânienne, donne des signes de tumeur de la fosse postérieure ou du cavum.

La forme basse, sacrée ou coccygienne est une tumeur ostéolytique parfois mouchetée de calcifications qui peut devenir très volumineuse.

Le tableau VI rappelle quelques caractères radiologiques distinctifs entre tumeur bénigne et tumeur maligne primitive.

Aucun de ces caractères n'est pathognomonique. La vérification anatomopathologique doit être systématique avant toute décision thérapeutique, dès que l'on suspecte la malignité d'une tumeur osseuse.

**TABLEAU VI. — CARACTÈRES DIFFÉRENTIELS
DES TUMEURS OSSEUSES BÉNIGNES ET MALIGNES.**

	<i>Tumeurs osseuses bénignes</i>	<i>Tumeur osseuses malignes primitives</i>
<i>Limites.</i>	Nettes, souvent densifiées.	Absentes ou mal définies.
<i>Étendue (extension).</i>	Bien limitées par la cavité médullaire, le cortex ou le périoste.	Mal limitées. Rupture corticale. Destruction périostée. Envahissement des parties molles.
<i>Réaction périostée.</i>	Absente.	Fréquente. Feu d'herbes. Éperon périosté.
<i>Évolution.</i>	Lente. Déformation osseuse, soufflure. Troubles de croissance.	Rapide.

IV. – CANCER SECONDAIRE DES OS

Tous les cancers peuvent se compliquer de métastase osseuse.

Cancers les plus ostéophiles : sein, prostate, rein, poumon, thyroïde.

Etiologie des métastases osseuses (par ordre de fréquence décroissante) : prostate, sein, bronches, utérus, recto-sigmoïde, rein, thyroïde, œsophage, nævo-carcinome.

Parfois révélatrice d'une néoplasie dont la découverte n'est pas toujours possible, les métastases surviennent le plus souvent alors que le cancer primitif est connu et traité. Elles constituent un élément de mauvais pronostic.

■ **Les signes cliniques d'appel.** – Les plus fréquents sont :

- des douleurs osseuses d'intensité croissante, devenant vite intolérables ;
- des radiculalgies ou un syndrome de compression médullaire (au cours de métastases rachidiennes) ;
- plus rarement une fracture spontanée.

■ **Les signes biologiques.** – Aucun n'est spécifique. L'augmentation du taux des phosphatases acides sanguines lors des cancers prostatiques est d'un grand intérêt diagnostique, bien que non pathognomonique.

■ **Les signes radiologiques.** – Ils peuvent être en retard de plusieurs semaines ou mois sur la clinique. Une *étude scintigraphique* (au technétium 99 ou au strontium 85 ou 87) permet de mettre en évidence une zone d'hyperfixation osseuse alors que l'examen radiologique est encore normal.

Les métastases osseuses peuvent être lytiques, condensantes (ostéoplastiques) ou mixtes.

FIG. 2-65.
Cancer secondaire des os
(forme ostéo-lytique).

1, zones radiotransparentes multiples et mal limitées; 2, fracture du col du fémur; 3, effacement d'une branche ischio-pubienne; 4, de l'auvent du premier trou sacré; 5, tassement d'une vertèbre lombaire; 6, vertèbre borgne.

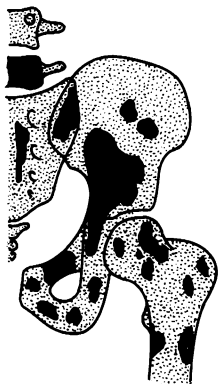
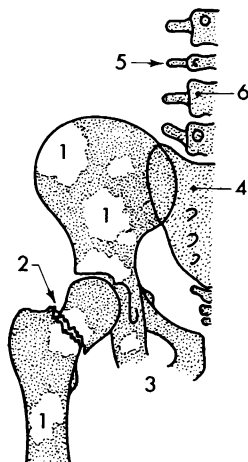


FIG. 2-66.
Cancer secondaire des os
(forme condensante).

Taches et plages opaques dans les os du bassin. Vertèbre dense.

a) **Forme ostéolytique** (fig. 2-65). – C'est la plus commune. Elle peut revêtir divers aspects :

1. *Aires radiotransparentes homogènes (géodes)* : en règle bien limitées (à l'emporte-pièce), arrondies ou ovalaires, mesurant 1 à 2 cm, rarement uniques, parfois plus petites et nombreuses, donnant à l'os un aspect vermoulu.

Cet aspect se retrouve sur les os longs, où la localisation diaphysaire est évocatrice, ou sur la voûte du crâne.

2. *Effacement d'un segment osseux* : pédicule vertébral (vertèbre borgne) (fig. 3-66), branche ischio-pubienne, auvent d'un trou sacré.

3. *Fracture pathologique* : d'un os long; d'un corps vertébral, avec aspect de vertèbre en galette alors que les disques adjacents restent normaux.

b) Forme ostéoplastique (fig. 2-66). – Elle s'observe surtout dans le cancer de la prostate qui n'en a cependant pas l'exclusivité (tableau VII). Elle siège volontiers au bassin et au rachis.

– Les métastases réalisent des opacités en tache ou en plage, aux contours le plus souvent flous ; lorsqu'elles sont petites et nombreuses elles donnent à l'os un aspect cotonneux (à différencier d'une maladie de Paget, où, de plus, existe une hypertrophie de l'os).

– Parfois, elles réalisent l'aspect d'une vertèbre dense qui n'est pas synonyme de métastases. En effet, cet aspect se rencontre aussi au cours de la maladie de Paget, de la maladie de Hodgkin, à la suite d'un mal de Pott guéri, au décours d'un traumatisme ou sans cause apparente.

TABLEAU VII. – LES MÉTASTASES CONDENSANTES

-
- prostate, sein
 - poumons
 - tube digestif
 - vessie
 - hématosarcomes

En fonction de l'âge, rechercher :

- *Enfant* :
 - leucose aiguë
 - sarcome d'Ewing
 - *Adultes jeune* :
 - maladie de Hodgkin
 - *Adulte* :
 - masculin : prostate
 - féminin : sein
-

c) Forme mixte. – Associant des images d'ostéolyse et d'ostéocondensation, elles ne sont pas rares.

■ **Évolution. Traitement.** – Le pronostic est constamment fatal. L'œstrogénothérapie donne des rémissions prolongées en cas de cancer d'origine prostatique. Les traitements des autres formes peuvent faire appel à la radiothérapie, aux chimiothérapies, aux antalgiques.

V. – MYÉLOME MULTIPLE (MALADIE DE KAHLER)

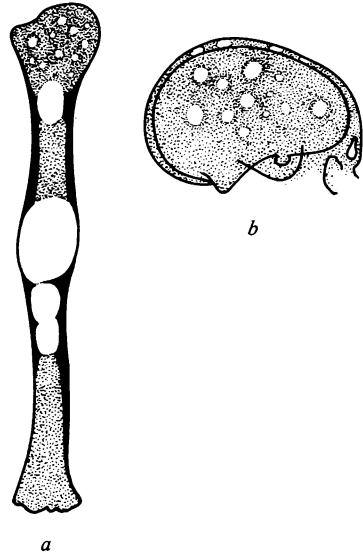
Le myélome multiple est caractérisé par une prolifération anarchique de cellules plasmocytaires anormales au sein de la moelle des os. Il atteint l'adulte mûr. Son évolution est mortelle.

La prolifération cellulaire intramédullaire est à l'origine de lésions osseuses lytiques. Les cellules sécrètent une immunoglobuline monoclonale, dite paraprotéine myélomateuse (IgA, IgG ou chaînes légères).

FIG. 2-67.
Myélome.

a) Humérus. Lacunes à l'emporte-pièce; érosions de la corticale par endedans; image tumorale diaphysaire soufflante (rare).

b) Crâne. Lacunes à l'emporte-pièce de la voûte crânienne.



■ **Signes cliniques.** – Ils s'associent diversement au cours de l'évolution.

a) **Signes osseux :** rachialgies ou radiculalgies, fracture spontanée, tumeurs osseuses plus rarement.

b) **Signes extra-osseux :** outre une altération de l'état général, on rencontre souvent : une anémie, une atteinte rénale, des hémorragies, une amylose tardive.

■ **Signes paracliniques :**

- accélération très importante de la vitesse de sédimentation globulaire ;
- présence d'une paraprotéine myélomateuse décelée sur l'électrophorèse et identifiée par des méthodes immunologiques ;
- protéinurie de Bence-Jones (dans 50 % des cas) ;
- infiltration plasmocytaire sur les frottis de moelle osseuse ;
- autres signes parfois rencontrés : insuffisance rénale, anémie, hypercalcémie.

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-67).

- a) **Lacunes multiples à l'emporte-pièce**, image la plus évocatrice :
- arrondies ou ovalaires, de tonalité homogène, bien limitées, à l'emporte-pièce, sans réaction osseuse péri-lésionnelle ;
 - mesurant de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre ;
 - naissant de la moelle, et de ce fait érodant la corticale par endedans ;
 - elles siègent surtout sur le squelette axial (crâne, côtes, bassin) et la région proximale des membres ;
 - elles sont rarement soufflantes.

b) Déminéralisation osseuse diffuse. – Les géodes sont parfois si nombreuses et minimales que leur juxtaposition réalise un aspect d'ostéoporose sans caractère particulier (myélomatose décalcifiante diffuse).

c) Effacement d'un segment osseux. – Identique à l'aspect réalisé par les cancers secondaires.

d) Fracture spontanée. – Tassements vertébraux ou fractures costales, fréquentes.

■ *Évolution et traitement.* – L'évolution est constamment fatale, souvent en moins de deux ans. Radiothérapie (sur des lésions localisées) et chimiothérapie n'ont que des effets palliatifs.

VI. – LÉSIONS OSSEUSES DE LA MALADIE DE HODGKIN

Rarement inaugurales, elles compliquent environ 15 % des maladies de Hodgkin. Elles siègent surtout au rachis et au bassin.

Leurs signes d'appel sont sans particularité.

Leur traduction radiologique est lytique ou mixte, plus souvent que condensante.

Très particulier est l'aspect d'érosion antérieure d'un corps vertébral (destruction par une adénopathie hodgkinienne), visible de profil.

Les localisations osseuses de la maladie de Hodgkin étaient réputées de mauvais pronostic.

B. – LES AFFECTIONS MICROBIENNES DE L'OS ET DE L'ARTICULATION

L'infection microbienne peut atteindre l'os ou l'articulation par voie sanguine (infection métastatique), ou succéder à une plaie accidentelle ou chirurgicale (infection par inoculation directe, dont on rapproche les infections par contiguïté). Indépendamment des manifestations propres au germe en cause, l'infection microbienne de l'os et surtout de l'articulation met en jeu le pronostic fonctionnel du secteur squelettique considéré. D'autre part, l'infection va entraîner une nécrose et la formation de séquestres qui peuvent conserver très longtemps des germes quiescents dont la reviviscence est toujours possible.

Tant au point de vue clinique que radiologique et pronostique, les ostéites se distinguent complètement des ostéo-arthrites.

I. – LES OSTÉITES

(fig. 2-68)

L'ostéite la plus fréquente, produite par le staphylocoque doré, est souvent appelé ostéomyélite.

Cette affection atteint surtout les individus jeunes, principalement du sexe masculin, avec un maximum de fréquence vers la quinzième année. Le foyer initial siège le plus souvent dans la métaphyse fertile d'un os long (près du genou, loin du coude).

■ *L'ostéomyélite aiguë.* – Elle s'installe brusquement par une douleur osseuse, vive, circonférentielle, accompagnée de fièvre et d'une hyperleucocytose à polynucléaires. L'examen radiographique est normal à ce stade.

Grâce au traitement antibiotique, une guérison rapide et sans séquelles peut être obtenue. Il y a cependant parfois quelques signes radiologiques (fig. 2-70 a), voire un passage à la chronicité. Les ostéites staphylococciques chroniques d'emblée se rencontrent également.

■ *Les ostéites staphylococciques chroniques.* – La symptomatologie clinique associe des douleurs locales à un syndrome infectieux.

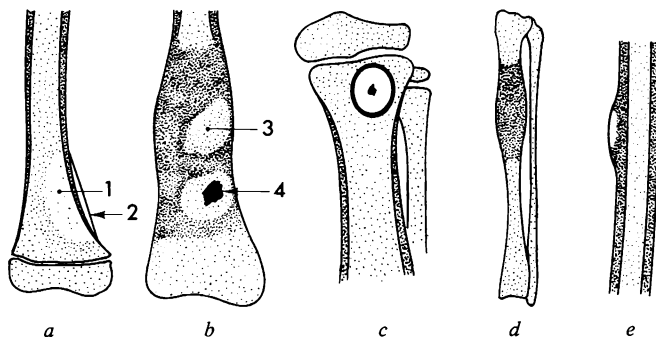


FIG. 2-68. – Ostéite staphylococcique.

Au début, les radiographies ne montrent aucune lésion.

a) 10 jours plus tard, si l'ostéite n'a pas guéri complètement, on voit apparaître, 1, une légère décalcification métaphysaire mal limitée ; 2, une mince bande d'ostéophytose sous-périostée (apposition linéaire).

b) En cas d'ostéite chronique invétérée : hypertrophie osseuse par ostéophytose sous-périostée, opacité irrégulière du segment intéressé avec (3) une ou plusieurs zones radio-transparentes pouvant contenir (4) des séquestres.

c) Abscès central de l'os (abcès de Brodie) : zone radiotransparente arrondie, bien limitée avec petit séquestre. Cerne d'ostéosclérose. Parfois, apposition périostée circonférentielle.

d) Ostéite chronique sclérosante : hyperopacité et hypertrophie d'un segment de diaphyse.

e) Ostéo-périostite : érosion irrégulière de la corticale avec ostéophytose sous-périostée visible sur le cliché tangentiel.

Radiologiquement le premier signe à apparaître est l'ostéoporose floconneuse, diffuse d'une zone peu étendue de la métaphyse d'un os long.

Une réaction périostée se dessine aux environs du foyer primaire.

Ultérieurement, l'évolution destructive de la lésion donne lieu à une nécrose osseuse avec formation d'un abcès. Il se produit ainsi une ou plusieurs cavités renfermant des fragments osseux nécrosés, radio-opaques : les séquestres.

Une réaction de défense périphérique s'installe, sous forme d'une hyperostose progressive. Les contours de la diaphyse deviennent alors irréguliers, bosselés.

Ces aspects peuvent également être rencontrés en bordure des zones d'ostéite chronique curetées et évidées chirurgicalement, et témoignent de l'extension de la lésion infectieuse.

■ *Formes atypiques.*

a) **L'abcès de Brodie** ou abcès central de l'os. — C'est une forme localisée à la métaphyse proximale ou à la diaphyse du tibia, à la métaphyse distale du radius, à la métaphyse proximale du fémur (fig. 2-68 c). Elle peut être prise pour un ostéome ostéoïde.

b) **L'ostéomyélite sclérosante** (fig. 2-68 d). — C'est une ostéite chronique des os longs, caractérisée par l'importance de l'ostéophytose endostale et sous périostée, réactionnelle à l'infection osseuse. Son aspect radiologique peut aussi simuler un ostéome ostéoïde.

c) **Ostéo-périostite chronique** (fig. 2-68 e). — Il s'agit d'une ostéite superficielle chronique, dont la traduction clinique est souvent un abcès staphylococcique des parties molles.

d) **Le panaris** peut se compliquer d'ostéite de phalange des doigts.

e) D'autres formes sont encore plus rares : **ostéomyélite épiphysaire**. L'extension à l'épiphyse de l'infection diaphysaire ou métaphysaire peut se produire chez l'enfant ; cette éventualité rare se rencontre au niveau de la tête du fémur ou du tibia, entraînant inévitablement le passage à l'ostéo-arthrite (ou arthrite septique).

■ **Ostéites tuberculeuses.** — Beaucoup plus rares que les précédentes, elles surviennent surtout chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte jeune, assez souvent dans les suites d'une primo-infection. Elles sont particulièrement fréquentes chez le noir transplanté.

Les formes raréfiantes atteignent préférentiellement les métaphyses des os longs. L'aspect radiologique ressemble à celui de l'abcès central des os.

Les formes condensantes et hyperostotantes, plus rares, atteignent préférentiellement les petits os longs des mains et des pieds : la forme la plus caractéristique est représentée par le spina ventosa tuberculeux.

■ **Ostéites syphilitiques.** — Elles sont devenues très rares depuis la pénicilline. On distingue :

— L'ostéite de la syphilis congénitale précoce. Elle réalise soit une ostéochondrite avec des bandes claires métaphysaires ; ces lésions sont généralisées et symétriques. Ultérieurement, sous traitement, la croissance du

squelette n'est pas affectée. Soit une périostite qui affecte surtout les diaphyses ; celles-ci apparaissent épaissies, engainées.

- L'ostéite raréfiante se présente sous forme de zones radiotransparentes au niveau des métaphyses.

- Les ostéites de la syphilis tertiaire frappent essentiellement le tibia : il existe un élargissement en fuseau de l'os atteint dû à une hyperostose corticale prédominant en haut et en avant, d'où l'apparente incurvation antérieure du tibia syphilitique. Ces lésions persistent souvent, même après traitement.

■ **Les ostéites diverses.** – Les ostéites streptococciques, pneumococciques sont beaucoup plus rares. Les ostéites typhiques ont presque complètement disparu, de même que les ostéites brucelliennes et mycosiques.

II. – LES ARTHRITES INFECTIEUSES OU SEPTIQUES

La localisation infectieuse dans les parties molles et osseuses de l'articulation, appelée aussi ostéo-arthrite, entraîne rapidement des lésions chondrales, osseuses et ligamentaires, qui dominent le pronostic de la maladie. Les plus fréquentes sont d'origine tuberculeuse. Elles évoluent alors sur un mode chronique. Viennent ensuite les ostéo-arthrites staphylococciques, mélitococciques ou typhiques, qui évoluent souvent sur un mode aigu.

■ **Les arthrites septiques aiguës.** – L'arthrite staphylococcique peut être prise pour type de description.

Elle survient chez un sujet porteur d'un foyer staphylococcique éloigné : furoncle, anthrax, panaris, abcès, avec ou sans septicémie.

L'arthrite est souvent mono-articulaire. Elle se manifeste par l'installation brusque de douleurs articulaires, dans un contexte infectieux.

Les radiographies mettent en évidence, outre la tuméfaction péri-articulaire et, parfois l'épanchement intra-articulaire, le signe fondamental et précoce que constitue le pincement de l'interligne, associé à une déminéralisation des épiphyses. Les encoches sous-chondrales ou les lacunes péri-chondrales n'apparaissent que secondairement au bout de deux à trois semaines, en l'absence de traitement. Ultérieurement, les radiographies mettent en évidence la stabilisation des lésions si le traitement est efficace, ou au contraire l'évolution vers l'ankylose fibreuse ou osseuse de l'articulation. La destruction articulaire survient en l'absence de traitement.

La ponction articulaire, les différents examens bactériologiques permettent de retrouver le germe afin de le tester aux différents antibiotiques isolés et en synergie, et ainsi d'adapter la thérapeutique.

■ **Les arthrites chroniques.** – Elles sont principalement représentées par l'arthrite tuberculeuse (fig. 2-69). Elle siège surtout aux grosses articulations : coxo-fémorale, genou, tibio-tarsienne, épaule, poignet, coude rachis (Spondylo-discite, voir p. 121).

L'arthrite tuberculeuse est presque toujours mono-articulaire. Elle est révélée par les signes d'une arthrite inflammatoire modérée et chronique : douleurs, limitation des mouvements, parfois tuméfaction, augmentation de

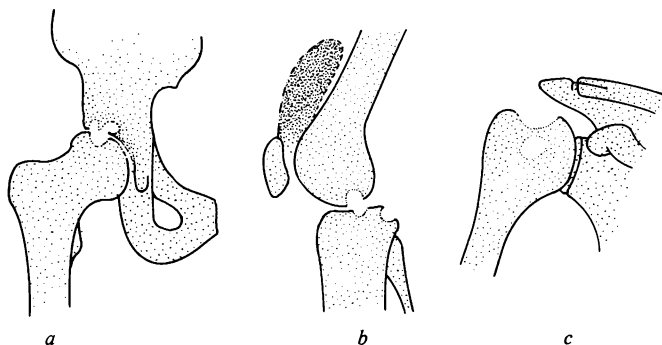


FIG. 2-69. — Arthrite tuberculeuse.

a) Coxalgie. Pincement de l'interligne coxo-fémoral, ulcération de la tête fémorale et du cotyle.

b) Tumeur blanche du genou. Opacité du cul-de-sac sous-quadricipital. Ulcération condylienne et tibiale péri-chondrale.

c) Carie sèche de l'épaule. Ulcération de la partie supéro-externe de la tête humérale ; image géodique sous-jacente.

la chaleur locale. Bien entendu, la vitesse de sédimentation est élevée, et il existe souvent un contexte tuberculeux.

Radiologiquement l'ostéo-arthrite tuberculeuse se manifeste par des signes qui sont au début discrets :

- pincement de l'interligne ;
- irrégularité des berges articulaires ;
- encoches péri-chondrales qui sont très précoces ;
- et surtout zones de destruction osseuse sous-chondrale mal limitées, présentes sur les deux berges articulaires au sein d'épiphyes de densité nettement diminuée.

Si le traitement est mis en œuvre avant que n'existent des destructions cartilagineuses importantes, la guérison est obtenue sans séquelle. L'évolution spontanée peut se faire à bas bruit vers la destruction articulaire et ultérieurement aboutir à l'ankylose.

Dans certains cas les signes radiologiques sont discrets, des clichés comparatifs et surtout des tomographies peuvent aider à révéler les destructions osseuses mal visibles sur les radiographies standard. Enfin, certaines formes à début synovial n'ont pratiquement aucun signe radiologique.

Le diagnostic de certitude est nécessaire à la mise en route du traitement anti-tuberculeux ; il sera apporté par la culture du liquide de ponction, voire par la biopsie synoviale dans les cas les plus difficiles.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse de hanche (coxalgie) : les premiers signes radiologiques sont la décalcification et le pincement. Des lacunes à contours flous, estompés, siègent près de l'insertion du ligament rond, sur la partie supérieure du fond du cotyle, et sur la partie antérieure ou postérieure du col du fémur. Ultérieurement, les lésions deviennent plus évidentes. Des images d'abcès sont visibles dans les parties molles.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse du genou (tumeur blanche du genou) : au début, l'épanchement intra-articulaire est toujours facilement visible sous forme d'une opacité piriforme siégeant à la face profonde du tendon quadricipital. La décalcification s'associe à des encoches péri-chondrales siégeant au pourtour de la margelle tibiale, au niveau de la partie externe des condyles et dans l'échancrure intercondylienne.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse du poignet (tumeur blanche du poignet) : au début, elle se manifeste par une décalcification précoce de la totalité des os du carpe, et fréquemment, un pincement articulaire. Des subluxations peuvent survenir ultérieurement.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse de l'épaule : au début, outre la déminéralisation, le signe le plus caractéristique est l'encoche péri-chondrale de la partie supérieure de la tête humérale, qui prend une forme en hachette. Ultérieurement les destructions sont plus complètes.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse des sacro-iliaques : comme elle survient chez le sujet jeune et surtout chez l'homme, elle peut fréquemment donner lieu à des confusions avec la spondylarthrite ankylosante. Mais l'arthrite est unilatérale. L'élargissement de l'interligne s'associe fréquemment à une condensation précoce périphérique. Des abcès peuvent apparaître à distance.

– L'ostéo-arthrite tuberculeuse chez l'enfant : le processus tuberculeux entraîne une modification de la vascularisation épiphysaire, avec apparition précoce et développement prématuré des noyaux d'ossification. L'ankylose osseuse spontanée est assez fréquente.

■ *Ostéo-arthrite du rachis : spondylodiscite.*

a) *La spondylodiscite tuberculeuse (mal de Pott).*

1. *Dans la forme classique de l'adulte jeune*, à localisation dorsale, la maladie est révélée par des douleurs et une raideur rachidienne.

L'existence d'un contexte tuberculeux prend une haute valeur, et rend encore plus méticuleuse la recherche d'une douleur provoquée à la pression ou à la percussion d'une apophyse épineuse, et éventuellement d'un signe neurologique.

Bien entendu, l'examen radiologique est de la plus haute importance : il faut insister sur la nécessité d'obtenir des clichés de face et de profil stricts des espaces intervertébraux, sans obliquité, et éventuellement des tomographies de face et de profil.

Il y a trois ordres de signes radiologiques (fig. 2-70) qui portent :

- sur l'espace intervertébral qui est pincé ;
- sur les plateaux vertébraux correspondants qui sont érodés, grignotés, déminéralisés, porteurs parfois de lacunes en miroir ;
- sur les parties molles péri-vertébrales où l'on peut reconnaître l'image opaque en fuseau, témoignant de l'abcès froid tuberculeux ossifluent.

Ultérieurement, le pincement discal s'accroît, les vertèbres détruites s'encastrent les unes dans les autres, aboutissant à la gibbosité. Une ostéophytose antérieure est beaucoup plus tardive.

Plus tard encore, se produisent des fusions entre les résidus vertébraux conduisant à des blocs vertébraux.

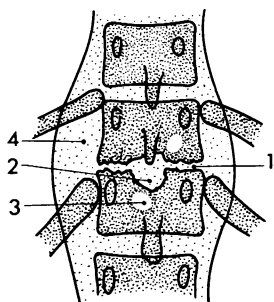


FIG. 2-70.
Spondylodiscite tuberculeuse.

1, affaissement discal ; 2, destruction osseuse adjacente ; 3, image géodique ; 4, opacité paravertébrale de l'abcès.

Sous traitement, on observe une condensation qui entoure les foyers d'ostéolyse, puis la réparation se fait progressivement, mais les lésions acquises persistent à titre de séquelles.

2. *Formes cliniques.* — Selon l'étage atteint, en sachant que les atteintes à plusieurs étages simultanées sont fréquentes, ce qui justifie l'étude de la totalité du rachis lors d'une spondylodiscite tuberculeuse. Les atteintes cervicales sont plus rapidement découvertes, mais peuvent se grever de manifestations neurologiques graves. Les atteintes lombaires, au contraire, restent longtemps cliniquement latentes, ou souvent manifestées par des lombalgies peu significatives.

Selon le terrain : chez le transplanté l'atteinte est souvent plurisomatique, atteignant plusieurs corps vertébraux et respectant longtemps les disques (intérêt des tomographies pour mettre en évidence les lacunes).

Chez l'enfant, la gibbosité est précoce, du fait du télescopage de plusieurs vertèbres consécutives.

Les complications :

- soit fistulisation d'abcès ;
- complications de la tuberculose : pleuro-pulmonaire, rénale, ostéo-articulaire ;
- complications suivant la localisation, notamment les complications neurologiques (paraplégie par compression).

b) *Les spondylodiscites infectieuses non tuberculeuses.* — Elles s'observent surtout chez l'adulte. Leur distinction d'avec le mal de Pott est très difficile radiologiquement, et l'on doit s'attacher à découvrir le germe par la totalité des moyens cliniques, biologiques et radiologiques dont on dispose.

Les plus fréquentes sont les spondylodiscites à staphylocoque : la découverte d'une porte d'entrée staphylococcique cutanée, furoncle, anthrax, panaris, prend toute son importance.

Les autres spondylodiscites sont beaucoup plus rares : spondylodiscites brucelliennes, spondylodiscites à proteus urinaires, à pseudomonas, à aérobacter aérogène, spondylodiscite typhique, spondylodiscite syphilitique.

Dans tous les cas, il est souvent très difficile de découvrir le germe en cause. Dans certains cas, le doute pourra être levé par les prélèvements bactériologiques effectués à l'occasion d'*abord direct* (soit par ponction, soit chirurgical),

mais là encore les hésitations peuvent persister parfois en raison de la stérilisation des lésions par une antibiothérapie à l'aveugle.

C. – LES DÉMINÉRALISATIONS OSSEUSES

■ **Les ostéoporoses généralisées.** – L'ostéoporose est caractérisée par une raréfaction des travées de tissus osseux spongieux et par un amincissement de la corticale des os (fig. 2-4).

Les circonstances étiologiques sont extrêmement variables (tableau VIII).

TABLEAU VIII. – CLASSIFICATION DES OSTÉOPOROSSES.

a) Ostéoporoses primitives :
– ostéoporose commune : post-ménopausique, pré-sénile, de l'homme sénile ;
– ostéoporose idiopathique du sujet jeune.
b) Ostéoporoses secondaires :
– endocrinopathies : hypercorticisme spontané ou thérapeutique, acromégalie, insuffisance gonadique (syndrome de Turner), hyperthyroïdie, diabète ;
– maladies digestives : sprue idiopathique, gastrectomie ;
– maladies rénales : insuffisance rénale, acidose tubulaire chronique du jeune enfant, néphrose lipoïdique de l'enfant, hypercalciurie idiopathique ;
– hémochromatose ;
– ostéoporose d'immobilisation ;
– causes diverses : scorbut, homocystinurie, héparinothérapie intraveineuse prolongée, mastocytose, ostéogenèse imparfaite.
c) Raréfaction osseuse au cours d'affections diverses :
– myélomatose diffuse ;
– anémie, leucose.

La symptomatologie clinique est essentiellement représentée par des douleurs osseuses, surtout rachidiennes. Parfois la maladie se révèle à l'occasion d'une fracture spontanée ou provoquée par un traumatisme minime.

Il n'y a aucun signe biologique spécifique : calcémie, phosphorémie, phosphaturie sont normales ; le bilan calcique est négatif.

Les signes radiologiques : l'ostéoporose généralisée touche la totalité du squelette :

– Les vertèbres sont de transparence augmentée, contrastant avec une corticale bien dessinée, comme tracée au crayon, les plateaux vertébraux sont concaves, le disque intervertébral d'épaisseur normale. Ultérieurement les tassements dorsaux et lombaires aboutissent à des vertèbres cunéiformes antérieures ou trapézoïdales (fig. 2-71). Souvent, étant donné l'âge, des modifications de type arthrosique sont associées à une ostéophytose antérieure ou latérale notamment au niveau du rachis dorso-lombaire.

– La transparence est accrue au niveau du bassin.

– La corticale des os longs est amincie avec diminution de l'index cortico-médullaire (fig. 2-4).

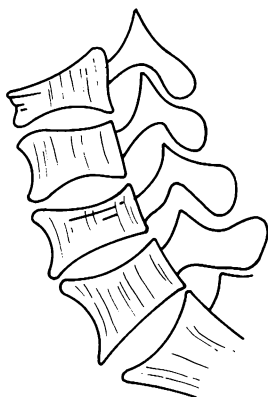


FIG. 2-71. — *Ostéoporose.*

Rachis lombaire de profil. Déformation biconcave et tassement en « galette » des corps vertébraux. Fines striations verticales.

L'évolution des ostéoporoses primitives se fait dans la grande majorité des cas vers l'aggravation progressive.

■ **L'ostéomalacie et le rachitisme.** — L'hypovitaminose D est l'étiologie principale de ces deux affections. L'ostéomalacie est une ostéopathie généralisée de l'adulte caractérisée par l'insuffisance de calcification ou la disparition de la calcification de la substance pré-osseuse.

Chez l'enfant cette dyscalcification s'associe à un désordre de la prolifération des cartilages de conjugaison et l'ensemble caractérise le *rachitisme*.

a) **L'ostéomalacie.**

1° *Cliniquement.* — Elle se manifeste par des douleurs osseuses prédominant sur la ceinture pelvienne ; de type mécanique, car cédant au repos. Elles peuvent confiner le malade au lit. L'amaigrissement, l'asthénie sont fréquents. Parfois des signes de spasmophilie, rarement de tétanie sont présents.

2° *Les circonstances étiologiques.* — L'avitaminose D est rarement démontrée : restriction alimentaire sévère, privation en produits laitiers, effets calciprives de certains aliments (céréales), pertes calciques accentuées (grossesse, allaitement). L'ostéomalacie s'observe surtout chez la femme aux alentours de la cinquantaine. Plus rarement, ostéomalacie vitamino-résistante et familiale, néphropathie tubulaire, insuffisance rénale globale, hyper-parathyroïdie, intoxications...

3° *Biologiquement.* — La calcémie est basse. La calciurie est abaissée. La phosphatémie est toujours diminuée. Le bilan calcique est négatif. L'administration des vitamines D provoque une normalisation de ces signes.

4° *Les signes radiologiques* (fig. 2-72 et 2-73). — Accentuation de la transparence du squelette avec aspect flou, fissures osseuses (de Looser et Milkman) siégeant surtout au bassin et sur les fémurs. Ces fissures mesurent 2 à 5 mm de large, elles sont d'abord à contours nets mais rapidement bordées par des bandes radio-opaques correspondant au phénomène de consolidation. Les vertèbres dorsales et lombaires sont biconcaves, entraînant une cyphose dorsale.

FIG. 2-72.
Ostéomalacie.

Rachis lombaire de profil. Déformation en cupule des plateaux vertébraux.

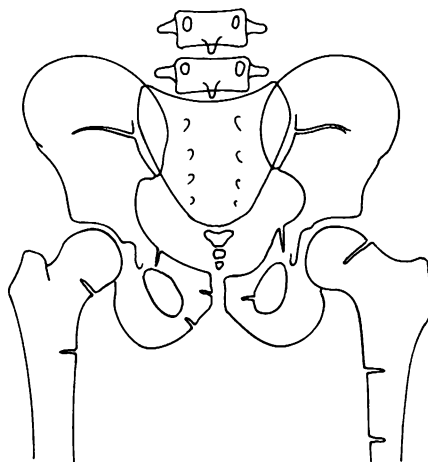


FIG. 2-73. – *Ostéomalacie.*

Clichés du bassin : les localisations les plus fréquentes des fissures de Looser-Milkman.

Noter l'enfoncement de l'acétabulum droit ébauchant le bassin en cœur de « carte à jouer ».

5° *Sous l'effet du traitement* (vitamines D et augmentation de la ration calcique), les douleurs disparaissent, les fissures se consolident et l'os se recalcifie.

b) Le rachitisme hypovitaminique (voir chapitre 9).

D. – LES OSTÉOPATHIES ENDOCRINIENNES

Les troubles endocriniens peuvent retentir sur la croissance, la maturation et la trophicité du squelette et du tissu osseux.

■ **L'acromégalie.** – L'augmentation de la production d'hormone somatotrope hypophysaire engendre le gigantisme chez le sujet impubère et l'acromégalie chez l'adulte. L'affection est secondaire au développement d'un adénome éosinophile de l'hypophyse.

a) **Signes d'appel.** – L'acromégalie se manifeste par une augmentation de la taille des os ; modification du visage ; grande taille des mains et des pieds ; exceptionnellement, une complication (compression du chiasma optique).

Les épreuves biologiques mettent en évidence une augmentation de la production d'hormone somatotrope (STH).

b) **Signes radiologiques.** – Souvent d'apparition très précoce au cours de la maladie, ils sont liés d'une part, au développement d'une tumeur hypophysaire, d'autre part, aux effets biologiques de l'hypersécrétion hormonale (fig. 2-74).

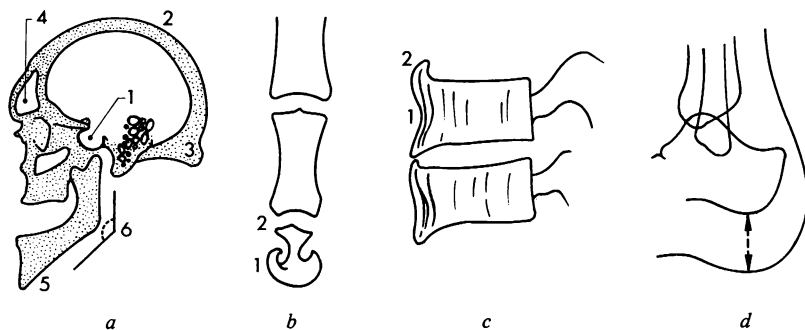


FIG. 2-74. – *Acromégalie.*

a) Radiographie du crâne de profil : 1, selle turcique ballonnée, avec hypertrophie du tubercule de la selle ; 2, épaissement de la voûte crânienne ; 3, hypertrophie de la protubérance occipitale externe ; 4, hypertrophie des sinus frontaux, et des autres cavités pneumatiques de la face et des mastoïdes ; 5, prognathisme, avec ouverture de l'angle mandibulaire (6).

b) Radiographie du doigt : 1, hypertrophie ostéophytique des houpes phalangiennes en ancre de marine ; 2) élargissement des interlignes articulaires.

c) Hypertrophie antéro-postérieure des vertèbres, par suite d'une apposition osseuse sous-périostée antérieure et latérale (1), ostéophytose (2).

d) Augmentation de l'épaisseur de la sole plantaire, supérieure à 22 mm.

Signes tumoraux (radiographie conventionnelle et scanner) :

- agrandissement de la selle turcique ;
- érosion de la lame quadrilatère.

Lésions « hormonales » :

- Aux extrémités :
 - agrandissement et épaississement des os,
 - hypertrophie ostéophytique des 3^e phalanges (aspect en ancre de marine),
 - épaississement des parties molles avec, en particulier, augmentation de l'épaisseur de la sole plantaire sous-calcanéenne,
 - élargissement des interlignes articulaires.
- Sur le crâne :
 - hypertrophie des sinus frontaux avec saillie des arcades sourcilières,
 - hypertrophie du tubercule de la selle,
 - épaississement de la voûte du crâne,
 - hypertrophie de la protubérance occipitale externe,
 - ouverture de l'angle de la mandibule avec prognathisme.
- Sur le rachis :
 - augmentation du diamètre antéro-postérieur des corps vertébraux, ostéophytose.

■ **L'augmentation de la production d'hormones surrénales.** – Le syndrome de Cushing est dû à une hyperproduction de gluco-corticoïdes de la surrénale.

Cette affection, qui atteint surtout le sexe féminin, peut être liée à plusieurs causes : adénome des surrénales, adénome basophile de l'hypophyse, tumeur pancréatique, thymique ou ovarienne.

a) **Signes d'appel.** – Chez l'adulte, principalement entre 30 et 40 ans, l'affection est découverte à l'occasion des manifestations cliniques du syndrome de Cushing : obésité facio-tronculaire, vergetures, hypertension artérielle, diabète et un syndrome biologique caractéristique.

L'hypercorticisme thérapeutique peut également entraîner un arrêt de croissance chez l'enfant et se manifeste par des signes radiologiques tout à fait identiques à ceux de l'hypercorticisme spontané.

b) **Signes radiologiques.** – L'hypercorticisme entraîne presque constamment une ostéoporose à prédominance vertébro-pelvienne, ressemblant à l'ostéoporose commune. Le thorax et le crâne sont également atteints, alors que les extrémités sont épargnées. Par suite de la surcharge, les vertèbres sont déformées, biconcaves, en vertèbres de poisson ou aplaties en galette. L'hypercorticisme peut encore se compliquer d'ostéonécrose aseptique épiphysaire, le plus souvent de la tête fémorale, généralement bilatérale.

Le syndrome tumoral est variable selon l'étiologie : modification de la selle turcique en cas d'adénome hypophysaire ; découverte d'une tumeur surrénalienne (soit sur le cliché sans préparation de l'abdomen, soit lors de l'urographie, avec tomographies des régions surrénales). L'angiographie (artériographie ou phlébographie surrénalienne) peut être également d'un certain secours. Mais les investigations par échographie, et surtout le scanner prennent une place fondamentale.

■ **L'hyperparathyroïdie primitive.** – Synonymes : ostéite fibro-kystique généralisé, hyperparathyroïdisme. C'est la traduction d'un adénome parathyroïdien en règle générale unique et de petit volume.

a) **Signes d'appel.** – Découverte à l'occasion de signes cliniques discrets :

- anorexie,
- constipation,
- asthénie,
- torpeur,
- polyurie,
- voire crises de coliques néphrétiques (lithiase rénale calcique).

– Plus rarement, la maladie est découverte à l'occasion d'une tumeur osseuse, notamment au niveau de la mâchoire ou lors d'une fracture spontanée.

Elle s'accompagne d'un syndrome biologique caractéristique :

- hypercalcémie,
- hypophosphorémie,
- hypercalciurie,
- hyperphosphaturie.

b) **Signes radiologiques** (fig. 2-75 et 2-76). – Inconstants, ils sont la traduction de l'hyperrésorption osseuse.

– Certains non spécifiques : augmentation de la transparence osseuse, élargissement de la cavité médullaire, amincissement des corticales, raréfaction des travées de l'os spongieux.

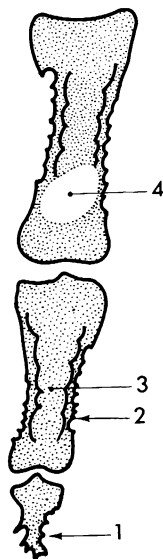


FIG. 2-75.

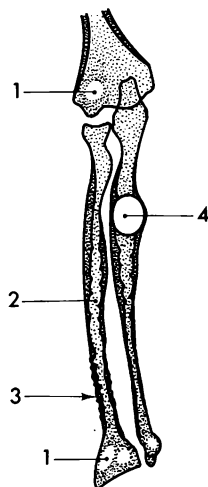
Hyperparathyroïdie primitive, phalange des doigts.

1, encoche et résorption partielle de la phalange unguéale ; 2, résorption sous-périostée ; 3, résorption centro-médullaire ; 4, image géodique.

FIG. 2-76.

Hyperparathyroïdie primitive, avant-bras.

1, image géodique ; 2, résorption centro-médullaire avec amincissement des corticales ; 3, résorption sous-périostée ; 4, image pseudo-tumorale.



– D'autres plus évocateurs : encoches sous-périostées de petite taille, bien visibles sur les petits os tubulaires des mains (2^e phalange), résorption des 3^e phalanges des doigts, encoches sur les faces internes des corticales, érosion sous-chondrale (articulations sacro-iliaques et acromio-claviculaires), disparition de la *lamina dura* péri-dentaire, aspect granuleux du crâne.

– Images géodiques et tumorales : zones radio-transparentes arrondies ou ovalaires, plus ou moins volumineuses, parsemant l'os ; parfois véritable tumeur soufflant l'os.

– Aspects trompeurs, simulant une ostéomalacie, une ostéoporose ou une tumeur osseuse bénigne.

– En cas d'insuffisance rénale : possibilité d'aspect pagétoïde du crâne et d'ostéocondensation en bordure des plateaux vertébraux.

c) **Manifestations extra-osseuses.** – Les manifestations extra-osseuses de l'hyperparathyroïdisme sont à bien connaître, car elles donnent des signes radiologiques :

– Lithiases rénales calciques, néphrocalcinose.

– Troubles digestifs : ulcères gastriques, ou surtout ulcères du duodénum, multiples et rebelles (syndrome de Zollinger-Ellison).

– Calcifications tissulaires : néphrocalcinose, dépôts calciques au niveau d'autres parenchymes, artères, peau et cartilages articulaires (chondrocalcinose).

d) **Recherche de la tumeur.** – L'examen radiologique et l'échographie peuvent être très utiles dans la localisation de l'adénome parathyroïdien en cause, surtout lorsqu'il y a des anomalies topographiques de la parathyroïde.

Citons d'autres formes d'hyperparathyroïdie qui sont les formes secondaires :

- hyperparathyroïdie secondaire par carence calcique ou vitaminique D ;
- hyperparathyroïdie secondaire d'origine rénale, et au cours de la dialyse chronique (rein artificiel).

■ *La diminution de la production d'hormones sexuelles.*

a) **Syndrome d'Albright**, associant chez la fille une précocité sexuelle, des taches cutanées, et une dysplasie fibreuse des os.

b) **Syndrome de Turner**, associant chez la fille un arrêt de croissance au moment de l'apparition des caractères sexuels secondaires, et une dysmorphie portant notamment sur les quatrième et cinquième métacarpiens qui sont courts (signes d'Archibald), et sur l'extrémité supérieure du tibia, dont la partie interne peut présenter une déformation en crochet (signe de Kosowicz) (fig. 2-77).

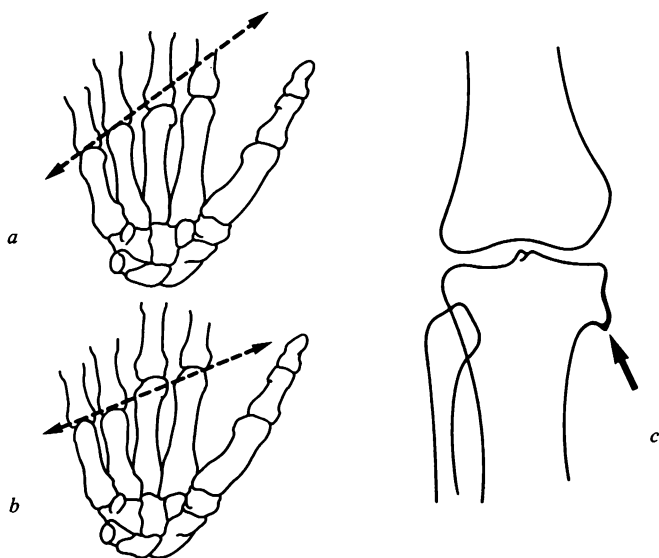


FIG. 2-77. - *Syndrome de Turner.*

- a) Aspect normal.
- b) Raccourcissement des IV^e et V^e méta.
- c) Image en crochet du plateau tibial interne.

E. – LES OSTÉONÉCROSES ASEPTIQUES

L'ostéonécrose, c'est-à-dire la mort de l'os, se manifeste par la dégénérescence puis la disparition de ses éléments cellulaires. Elle laisse ainsi persister une trame osseuse déshabillée. L'ostéonécrose aseptique est consécutive à un phénomène ischémique local, qui touche exclusivement et électivement les zones de croissance : épiphyse, métaphyse et apophyse.

La zone d'ostéonécrose subit une dévitalisation naturelle qui entraîne une fragilisation des poutrelles osseuses, donc la possibilité de déformations mécaniques. Elle suscite la croissance d'un tissu de granulation en bordure de la zone mortifiée. A ce niveau, apparaît une bordure d'ostéoblastes et d'ostéoclastes qui ébauche la réparation. Celle-ci se poursuit plusieurs mois, et peut être partielle ou totale.

L'ostéonécrose aseptique peut prendre plusieurs aspects selon sa topographie, son étendue et son âge de survenue (fig. 2-78).

- métaphysaire ou diaphysaire : infarctus osseux ;
- épiphysaire : ostéonécrose aseptique.

Chez l'enfant, la nécrose du noyau épiphysaire est appelée ostéochondrose.

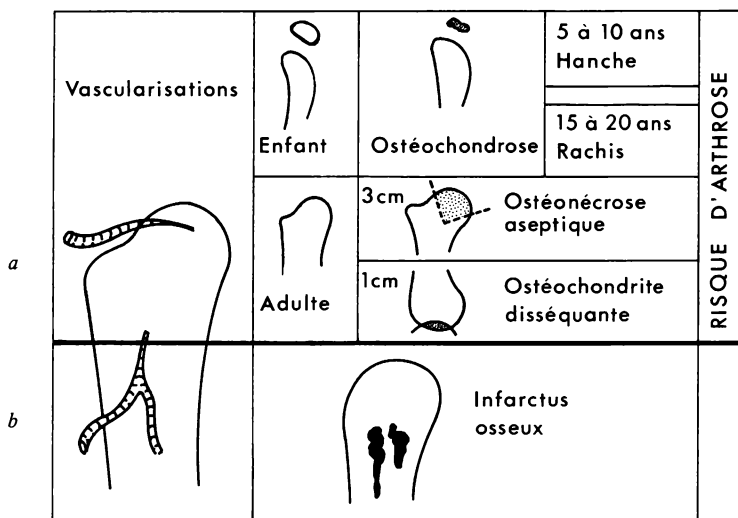


FIG. 2-78. – Les ostéonécroses aseptiques.

a) Vascularisation de l'épiphyse.

Noter que les ostéonécroses épiphysaires, quel que soit l'âge, peuvent se compliquer ultérieurement d'arthrose.

b) Vascularisation de la diaphyse et de la métaphyse.

Chez l'adulte, la nécrose ischémique atteint une zone plus ou moins étendue de l'épiphyse, souvent en quartier : de grande taille, c'est l'ostéonécrose aseptique épiphysaire ; de petite taille (moins de 1 cm), elle est appelée ostéochondrite disséquante.

I. – LES INFARCTUS OSSEUX

Les infarctus osseux n'ont habituellement pas de manifestations cliniques, et sont de découverte fortuite.

On les rencontre cependant fréquemment chez les sujets porteurs de drépanocytose (voir également : étiologie des ostéonécroses aseptiques ci-dessous).

Topographiquement, ils siègent électivement au niveau des régions métaphyso-diaphysaires (fémur, tibia, humérus).

Radiologiquement, ils se traduisent par une opacité arrondie mûriforme ou effilochée, restant stables à des examens radiologiques successifs (fig. 2-79).

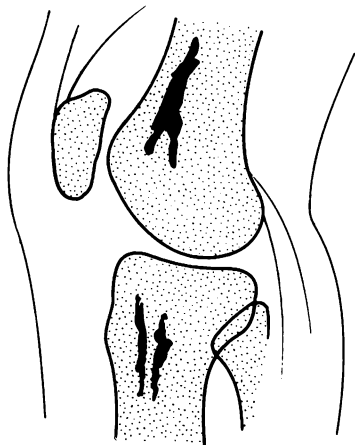


FIG. 2-79.
Infarctus osseux.

II. – LES OSTÉONÉCROSES ASEPTIQUES DE L'ADULTE

■ **Étiologies.** – Certaines ostéonécroses sont secondaires : barotraumatismes (maladie des caissons), traumatismes (fractures du col du fémur, du cotyle, luxation de la hanche), hypercorticisme spontané ou provoqué (traitement cortisonique prolongé), drépanocytose, maladie de Gaucher, radiothérapie (cancer utérin), maladie lupique (même en l'absence de traitement cortisonique).

Certaines ostéonécroses apparaissent idiopathiques, les sujets atteints ont souvent une hyper-triglycéridémie et assez souvent une hyperuricémie. Ce sont assez fréquemment des éthyliques et des fumeurs.

■ **Les manifestations cliniques.** – Elles sont une limitation fonctionnelle du jeu articulaire et des douleurs de type mécanique. Elles peuvent atteindre toutes les articulations mais principalement la tête fémorale, les condyles fémoraux et la tête humérale.

■ **Les signes radiologiques** (fig. 2-80). – Type de description : nécrose de la tête fémorale.

– *Au début* : déminéralisation hétérogène en quartier, siégeant surtout dans la zone sous-chondrale, formant une ligne claire sous-chondrale (image en coquille d'œuf). A ce stade, les signes sont exclusivement épiphysaires et le reste de l'articulation n'est pas atteint : absence de pincement de l'interligne ou d'altération du cotyle.

– *L'évolution* se fait vers le cabossage de l'épiphyse par écrasement. Du fait de l'incongruence articulaire, l'interligne sera atteint secondairement, de même que l'autre berge de l'articulation. L'ostéonécrose aseptique de la hanche se complique ultérieurement de coxarthrose.

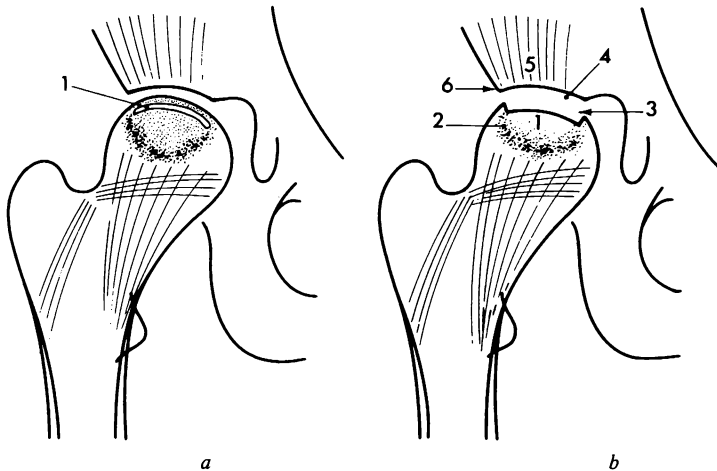


FIG. 2-80. – Ostéonécrose aseptique de l'extrémité supérieure du fémur.

a) Au tout début. Noter la ligne claire sous-chondrale (1) et l'aspect hétérogène de la tête.

b) Stade d'état :

1. Déminéralisation hétérogène en quartier, centrée sur le centre de la tête avec ligne claire sous-chondrale ; 2, Condensation périphérique en croissant ; 3, Perte de la sphéricité de la tête ; 4, Interligne encore normal ; 5, Pas de modification du cotyle ; 6, Pas d'ostéophytose marginale.

III. – L'OSTÉOCHONDRITE DISSÉQUANTE

C'est une ostéonécrose aseptique épiphysaire sous-chondrale de petite taille. Une origine traumatique est souvent évoquée.

Elle se manifeste par une douleur et une impotence articulaire, parfois un épanchement intra-articulaire.

Elle survient chez un sujet jeune ou âgé, et touche surtout les condyles fémoraux, mais peut également atteindre le coude, l'astragale et la rotule.

Radiologiquement (fig. 2-81) : une petite encoche en coup d'angle entourée d'une zone de condensation entourant un petit fragment osseux parfois plus condensé ; il arrive que ce fragment osseux se résorbe, laissant alors la niche visible. Cette niche va s'aplatir progressivement. Le fragment osseux se dégage parfois de son lit, et tombe « dans l'articulation » constituant une « souris » articulaire. Ici encore, secondairement, peuvent apparaître des signes d'arthrose.



FIG. 2-81.

Ostéochondrite disséquante du genou.
Séquestre biconvexe dans sa niche en coup d'angle.

IV. – LES OSTÉOCHONDROSES

Il s'agit d'une ostéonécrose aseptique d'un noyau d'ossification, le plus souvent épiphysaire (épiphysite).

Elles se manifestent par des douleurs articulaires, parfois une impotence fonctionnelle modérée. Elles surviennent surtout dans la première enfance ou l'adolescence, surtout dans le sexe masculin, sans caractère étiologique particulier. Selon leur localisation, elles réalisent des tableaux cliniques extrêmement variés, qui ont cependant tous une certaine unité radiologique.

L'aspect radiologique est en effet très significatif, quel que soit le noyau d'ossification atteint :

- au début, se produit une condensation du noyau dont les contours sont irréguliers, dentelés ;
- ultérieurement, le noyau se fragmente, les irrégularités se confirment, entraînant des déformations plus ou moins importantes, selon les contraintes mécaniques. Par exemple, la tête fémorale s'aplatit, aboutissant à la coxa-plana ; le plateau vertébral se détériore, laissant se marquer sur lui l'empreinte du nucleus pulposus (hernie intra-spongieuse) ;

– malgré les déformations qui sont parfois impressionnantes, la régénération de l'os détruit survient ultérieurement, en quelques semaines à quelques mois. L'articulation reste toutefois déformée, ce qui peut être à l'origine de conséquences mécaniques graves pour l'avenir, car génératrices d'arthrose.

Les ostéochondroses surviennent dans les topographies préférentielles, selon l'âge du sujet :

1^o De 5 à 10 ans, on rencontre surtout :

- l'épiphyse du scaphoïde tarsien (maladie de Köhler I) (fig. 2-82 a) ;
- l'épiphyse de la tête fémorale (maladie de Legg-Perthes-Calvé) (fig. 2-82 b).

La dégénérescence du noyau épiphysaire de la tête fémorale se poursuit pendant un à deux ans, et aboutit, surtout si le traitement (immobilisation prolongée) est mal surveillé à des déformations permanentes de la tête fémorale en tampon de wagon : c'est la coxa-plana. Il peut s'y associer un raccourcissement du col fémoral, déterminant une coxa-valga.

– L'ostéochondrose ischio-pubienne est importante à connaître, car elle donne une symptomatologie clinique qui attire plutôt l'attention sur la hanche. Elle guérit sans séquelles.

– Les épiphysites des phalanges des doigts, dont la plus fréquente est l'épiphysite de la deuxième phalange (maladie de Thiemann).

2^o De 10 à 15 ans, on rencontre surtout :

- l'apophysite tibiale antérieure : maladie d'Osgood-Schlatter (fig. 2-82 c) ;
- l'apophysite calcanéenne (fig. 2-82 d) ;
- l'ostéochondrose de la pointe de la rotule.

3^o Au-dessus de 15 ans, chez les jeunes gens et les adultes jeunes, on rencontre :

– l'épiphysite du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;

– l'épiphysite de la tête des métatarsiens, dont la plus fréquente est l'épiphysite de la tête du deuxième métatarsien (maladie de Köhler II).

– L'épiphysite de la colonne vertébrale, ou maladie de Scheuermann (cyphose juvénile douloureuse). Dans sa forme complète, elle associe des douleurs et une raideur du rachis, associées à une cyphose dorsale supérieure. Elle touche préférentiellement les étages dorsaux moyens.

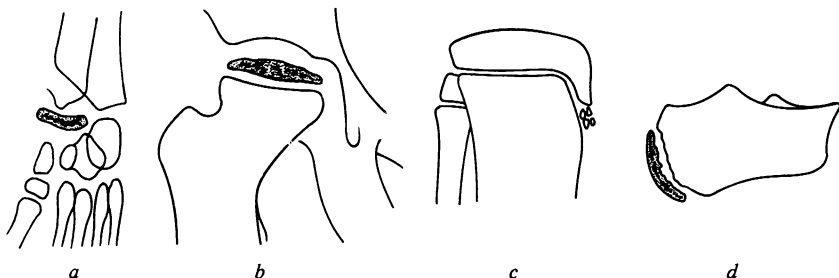


FIG. 2-82. – Les ostéochondroses.

a) Du scaphoïde tarsien. b) De la tête fémorale. c) De la tubérosité tibiale antérieure. d) Du calcanéum.

Radiologiquement (fig. 2-83) ; s'observent :

- des modifications de l'épaisseur des disques intervertébraux, parfois élargis, le plus souvent pincés, notamment en avant ;
- une modification des plateaux vertébraux correspondants qui sont irréguliers, déchiquetés, décalcifiés au début, par la suite condensés, feuilletés ; ils portent souvent l'empreinte semi-circulaire du nucleus pulposus : hernie intra-spongieuse ;
- les corps vertébraux peuvent subir une déformation trapézoïdale en raison de la destruction du listel marginal, à l'origine de la cyphose ;
- caractère fondamental : l'atteinte est rarement isolée, mais se localise à plusieurs étages.

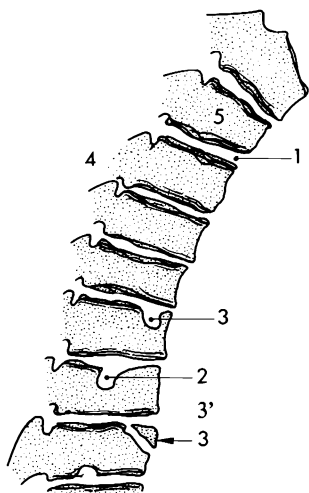


FIG. 2-83.

Ostéochondrose de la colonne vertébrale.
Maladie de Scheuermann.

1, disques inter-vertébraux pincés, avec aspect irrégulier, déchiqueté, feuilleté des plateaux vertébraux correspondants ; 2, hernie intraspongieuse ; 3, hernie rétro-marginale antérieure et image d'épiphyse libre (3') ; 4, cyphose dorsale ; 5, aspect cunéiforme antérieur des corps vertébraux dorsaux.

La *vertebra plana de Calvé*, qui a longtemps été prise pour une nécrose du noyau central du corps vertébral, semble actuellement plutôt l'expression d'un granulome éosinophile ou d'une métastase.

V. - GLISSEMENT ÉPIPHYSAIRE FÉMORAL SUPÉRIEUR

Voir chapitre 9, Pédiatrie.

F. - LES MANIFESTATIONS OSSEUSES ET ARTICULAIRES DES MALADIES SANGUINES

Dans ce chapitre nous envisagerons les lésions osseuses des anémies hémolytiques, des leucoses et les manifestations articulaires de l'hémophilie.

Le myélome multiple et les localisations osseuses des hématosarcomes ont été traités avec les tumeurs osseuses (voir page 114).

I. - LÉSIONS OSSEUSES DES ANÉMIES HÉMOLYTIQUES CHRONIQUES

Les anémies hémolytiques chroniques génétiquement déterminées (thalassémie, maladie de Minkowski-Chauffard et dépranocytose) s'accompagnent souvent de lésions osseuses.

■ **Thalassémie.** – C'est au cours de cette affection que l'on rencontre les lésions les plus caractéristiques. L'hyperplasie de la moelle osseuse, réactionnelle à l'anémie, entraîne une hyperpression intra-osseuse responsable des signes de l'affection (fig. 2-84).

a) Membres :

- amincissement des corticales ;
- trame osseuse à mailles lâches et irrégulières ;
- défaut de tubulation, particulièrement bien visible chez le petit enfant sur les petits os de la main.

b) Crâne et face. – Ces signes apparaissent dans l'enfance ou l'adolescence :

- épaississement du diploé ;
- aspect en poil de brosse ;
- épaississement des malaïres et des maxillaires supérieurs ;
- comblement des sinus maxillaires (facies de rongeur)

c) Côtes : renflement en bulbe du segment postérieur (pathognomonique).

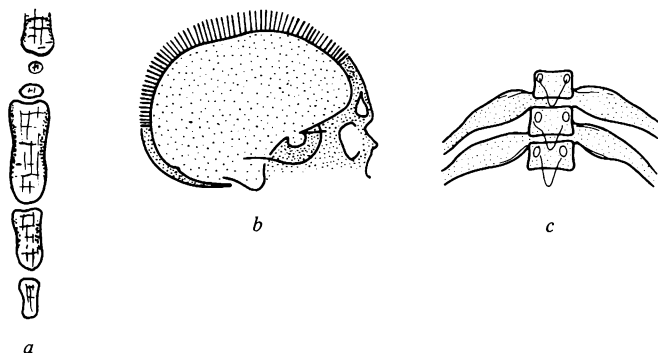


FIG. 2-84. – *Thalassémie.*

a) Phalanges et métacarpiens : dilatation osseuse (défaut de tubulation) : déminéralisation ; trabéculatation grossière : aspect grillagé. Corticale mince.

b) Épaississement de la voûte avec aspect en « poils de brosse ». La table interne est normale.

c) Renflement en bulbe du segment postérieur des côtes.

■ **Maladie de Minkowski-Chauffard.** – Les lésions ressemblent à celles de la thalassémie. Elles sont rares, beaucoup moins marquées, strictement localisées au crâne et à la face.

■ **Drépanocytose** (anémie à cellules falciformes ou hémoglobinoase S).

La drépanocytose s'observe surtout dans la race noire ;

– résorption osseuse de même type que celle rencontrée dans la thalassémie mais beaucoup moins intense ;

– infarctus osseux (par thrombose vasculaire) siégeant dans les épiphyses (tête fémorale notamment), dans les métaphyses ou dans les diaphyses avec parfois une périostose réactionnelle ;

– ostéomyélite (souvent à *Salmonelles*).

– plateaux vertébraux déprimés au centre en marche d'escalier pathognomoniques.

II. – LÉSIONS OSSEUSES DES LEUCOSES AIGÜES DE L'ENFANT

Les lésions osseuses des leucoses chroniques sont exceptionnelles.

Les lésions osseuses sont parfois latentes ; elles peuvent se manifester par des douleurs spontanées ou réveillées à la pression des os, des tuméfactions locales ou des douleurs polyarticulaires. Ces douleurs peuvent être les premiers signes de la maladie.

Signes radiologiques (fig. 2-85). – On retrouve, plus ou moins associés :

- une ostéoporose, constante ;
- des bandes claires métaphysaires, surtout fréquentes près du genou et du poignet ;
- des images d'ostéolyse, réalisant un aspect de métastase lytique ;
- des appositions sous-périostées, témoins d'une infiltration leucémique ;
- une ostéosclérose très rare.

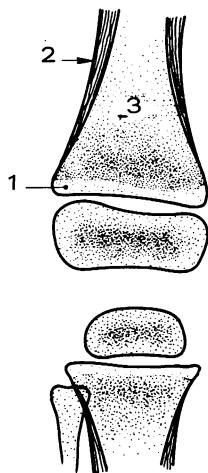


FIG. 2-85. – *Leucose aiguë de l'enfant.*

1, bandes claires métaphysaires ;
2, réaction sous périostée d'aspect feuil-
leté ; 3, déminéralisation diffuse.

III. – LES LÉSIONS ARTICULAIRES DE L'HÉMOPHILIE

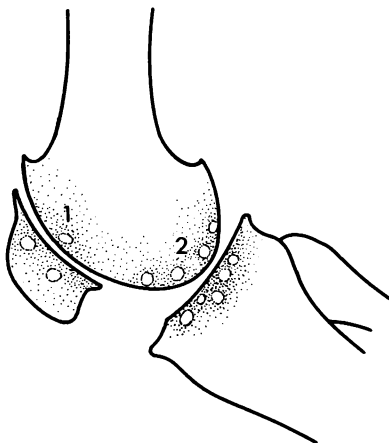
L'hémophilie se complique fréquemment, dès avant 5 ans, d'hémarthrose post-traumatique ou micro-traumatique (ne touche que le garçon).

La récurrence de ces hémarthroses (qui siègent volontiers aux genoux) est à l'origine d'une inflammation synoviale chronique. Des hémorragies sous-périostées peuvent entraîner la formation de pseudo-tumeurs.

Signes radiologiques (fig. 2-86). – L'atteinte articulaire associe un pincement de l'interligne, une densification osseuse sous-chondrale, une ostéophytose volontiers précoce et de nombreuses géodes sous-chondrales ; les extrémités osseuses s'hypertrophient.

FIG. 2-86. – *Hémophilie.*

1, arthrose fémoro-rotulienne. Noter l'importance du phénomène constructif (ostéophytose, ostéosclérose sous-chondrale) et le grand nombre d'images géodiques ; 2, mêmes aspects en fémoro-tibial.



G. – LES OSTÉOPATHIES DE NATURE INCONNUE

Nous étudierons dans ce paragraphe trois affections : la maladie de Paget, la dysplasie fibreuse des os et l'hyperostose frontale interne.

I. – MALADIE DE PAGET

La maladie de Paget est caractérisée par un remaniement excessif et anarchique du tissu osseux, aboutissant à une désorganisation complète de la structure des os intéressés.

C'est une ostéopathie disséminée ; les os les plus souvent atteints sont le bassin, les vertèbres, les tibias, les fémurs et le crâne.

■ **Age de survenue** : à partir de la cinquième décennie.

Circonstance de découverte : le plus souvent découverte fortuite ; plus rarement du fait de déformations osseuses, d'une coxopathie pagétique, de fractures, d'un syndrome de compression médullaire ou des nerfs crâniens (surdité).

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-87 et 2-88).

a) **Signes radiologiques généraux** (tableau IX).

TABLEAU IX. — SIGNES RADIOLOGIQUES DE LA MALADIE DE PAGET.

<i>Signes typiques.</i>	— Os : hypertrophié. — Corticale : épaissie sans limite nette avec la médullaire (dédiérenciation cortico-médullaire). — Trame : fibrillaire. — Déformations osseuses (moins fréquentes). — Atteinte pluricentrique (non constante).
<i>Signes trompeurs</i> (à différencier des métastases).	— Zones d'ostéocondensation d'aspect cotonneux (bassin, voûte crânienne).

b) **Particularités selon le siège** :

– **Crâne** : le premier signe de la maladie peut être la présence de plages de décalcification (ostéoporose circonscrite).

Les formes évoluées peuvent aboutir à une impression basilaire.

– **Rachis** : la vertèbre pagétique a souvent un aspect en cadre, hypertrophiée. Elle peut être tassée. Parfois est réalisé un aspect de vertèbre noire.

– **Bassin** : il peut revêtir un aspect cotonneux, pouvant poser des problèmes diagnostiques différentiels avec un cancer secondaire d'origine prostatique. Il faut rechercher alors les signes typiques de maladie de Paget : protrusion acétabulaire, épaississement de la corticale (bien visible sur la ligne innommée notamment), hypertrophie d'un segment osseux.

– **Os longs** : l'atteinte de l'os peut être partielle ou totale. La zone de transition entre région atteinte et zone saine a parfois une forme de V, pathognomonique. Des fissures corticales sont parfois visibles au sommet des incurvations osseuses.

■ **Evolution et traitement**. – L'évolution est lente, très progressive améliorée par le traitement par la calcitamine. La transformation sarcomateuse d'une lésion osseuse est gravissime mais heureusement très rare (1 %).

II. – DYSPLASIE FIBREUSE

La dysplasie fibreuse des os est une affection rare, caractérisée par le développement dans les os de masses de tissu conjonctif au sein duquel

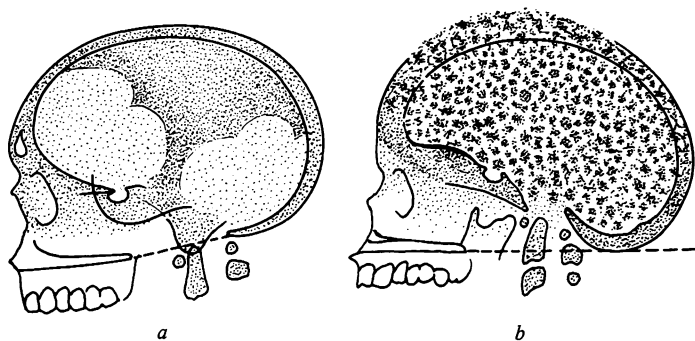


FIG. 2-87. – *Maladie de Paget.*

a) Ostéoporose circonscrite du crâne. Zone radio-transparente frontale et occipitale, à limites nettes et polycycliques.

b) Crâne pagétique. Épaississement de la voûte du crâne. Tache opaque d'aspect cotonneux. Densification des os de la base, et impression basilaire (en pointillé, la ligne de repère de l'impression basilaire tendue du bord postérieur du palais osseux au point le plus déclive de l'occipital). Normalement, cette ligne est tangente au point le plus haut de l'odontoïde. Ici, elle coupe nettement le corps de l'axis.

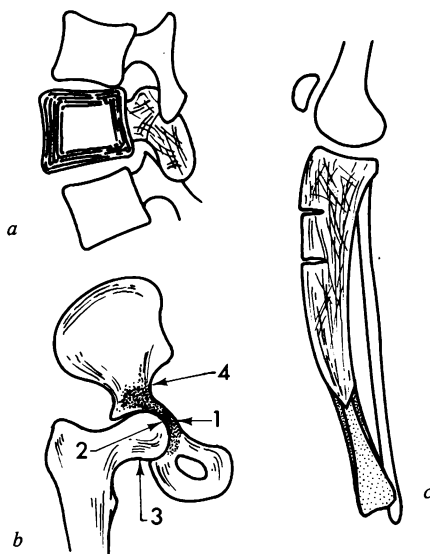


FIG. 2-88. – *Maladie de Paget.*

a) Vertèbre en cadre, hypertrophiée, débordant les vertèbres sus et sous-jacentes.

b) Coxopathie pagétique. 1, protrusion et densification de l'acétabulum ; 2, pincement de l'interligne articulaire ; 3, coxa vara ; 4, à noter de plus un net épaississement de la ligne innominée.

c) Hypertrophie et incurvation antérieure du tibia. Trame osseuse fibrillaire. Fissures antérieures.

A noter : l'aspect normal du tiers inférieur du tibia et le V limitant la zone pathologique.

s'édifient des travées osseuses. Il s'agit d'une affection vraisemblablement congénitale, ni héréditaire, ni familiale.

■ **Signes cliniques.**

a) **Age.** – L'affection se révèle habituellement dans l'enfance, mais parfois seulement à l'âge adulte.

b) **Le tableau clinique.** – Il associe des déformations osseuses (incurvation anormale des os des membres, hypertrophies osseuses localisées, fracture spontanée), des troubles endocriniens (essentiellement puberté précoce), des troubles pigmentaires (taches café au lait).

L'association lésions osseuses, puberté précoce et taches pigmentées constitue le syndrome d'Albright.

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-89). – La prédominance unilatérale des lésions est fréquente mais inconstante. La dysplasie fibreuse est une ostéopathie disséminée. Les lésions des dysplasies fibreuses réalisent des images de tumeurs bénignes multiples :

- zones radiotransparentes arrondies ou ovalaires ;
- entourées d'une sclérose réactionnelle ;
- soufflant parfois l'os ;
- souvent traversées de travées opaques.

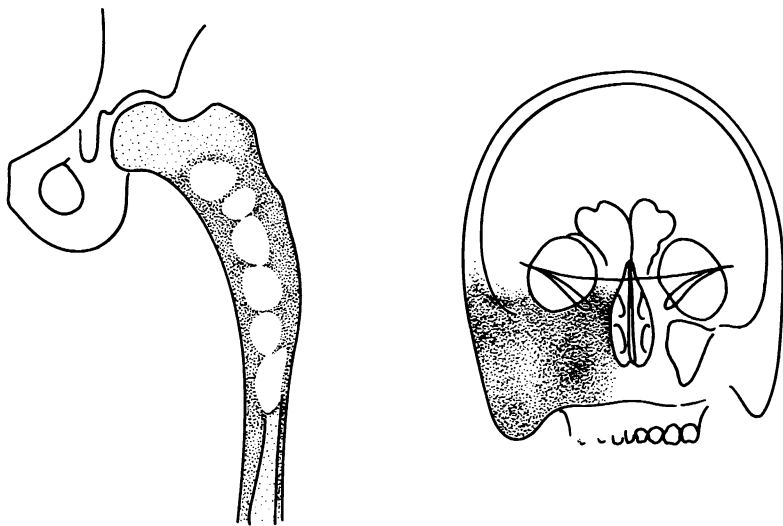


FIG. 2-89. – *Dysplasie fibreuse des os.*

a) Zones claires arrondies ou ovalaires, diaphysaires, fémorales supérieures. Réaction condensante périlésionnelle. Incurvation osseuse et déformation.

b) Ostéocondensation de la base du crâne (les trois causes les plus fréquentes d'ostéocondensation de la base du crâne sont la dysplasie fibreuse, la maladie de Paget, le méningiome).

■ **Evolution et traitement.** – Les masses fibreuses augmentent lentement de volume pendant la période de croissance. Cette évolution cesse en général à l'âge adulte. Aucune thérapeutique spécifique n'est connue.

III. – L'HYPEROSTOSE FRONTALE INTERNE

L'hyperostose frontale interne survient surtout chez la femme après la quarantaine. Il s'agit d'une néoformation osseuse bénigne située à la face profonde de la partie supérieure de l'os frontal.

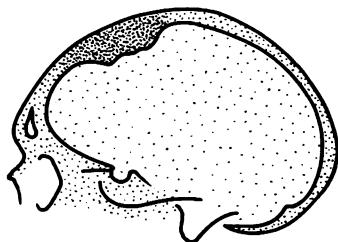
Signes radiologiques. – De profil, la table externe de l'os est normale. Le diploé est épaissi et les contours de la table interne ont un aspect irrégulièrement bosselé (fig. 2-90).

De face, cette anomalie siège sur les deux os frontaux. Les régions frontales paramédianes sont normales.

Cette affection s'associe parfois à d'autres manifestations pathologiques : obésité, diabète, hypertension artérielle, troubles psychiques.

FIG. 2-90. – *Hyperostose frontale interne.*

Épaississement de l'os frontal aux dépens de la table interne.



H. – L'OSTÉO-ARTHROPATHIE HYPERTROPHIANTE DE PIERRE-MARIE

L'ostéo-arthropathie hypertrophiante de Pierre-Marie (OAHF) est caractérisée par une hypertrophie des mains et des pieds avec hippocratisme digital et ostéophytose sous-périostée engainante. Elle s'observe surtout chez l'homme après 40 ans et sa cause est presque toujours une affection thoracique (tumeur maligne, suppuration chronique, exceptionnellement cardiopathie cyanogène, parfois affection digestive). L'ostéo-arthropathie hypertrophiante peut être révélatrice de ces affections.

a) **Signes cliniques.** – Les déformations s'installent progressivement. Elles associent un hippocratisme digital et une hypertrophie des mains et des pieds.

b) **Signes radiologiques** (fig. 2-91). – Présence de gaines osseuses périarthro-physaires, d'une épaisseur variable pouvant atteindre 5 mm, et de contours souvent irréguliers.

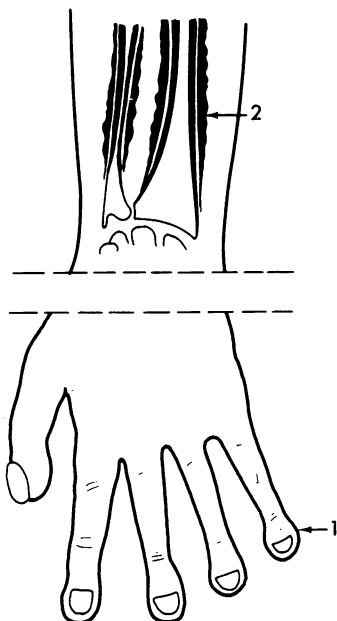


FIG. 2-91. – *Ostéo-arthropathie hypertrophiante pneumique de Pierre-Marie.*

1. Aspect clinique : hippocratisme digital ; 2. Aspect radiologique : apposition périostée lamellaire, formant une gaine osseuse périadiaphysaire séparée de l'os sain par un liseré clair.

Cette ostéophytose sous-périostée engainante siège autour des phalanges, des métatarsiens et métacarpiens, du radius et du cubitus, du tibia et du péroné.

c) **Diagnostic différentiel.** – La pachydermo-périostose, affection génétiquement déterminée, ressemble étroitement à l'ostéo-arthropathie hypertrophiante de Pierre-Marie. Il s'agit d'une affection héréditaire et familiale donc les premiers signes apparaissent dès l'enfance. Aux déformations des extrémités s'ajoute un aspect très particulier du visage avec important épaissement de la peau qui est creusée de rides profondes et un épaissement des paupières.

d) **Evolution et traitement.** – L'ostéo-arthropathie disparaît assez rapidement quand on peut supprimer sa cause.

V. – LA PATHOLOGIE ARTICULAIRE

A. – LES RHUMATISMES INFLAMMATOIRES

Nous étudierons essentiellement deux affections : la polyarthrite rhumatoïde (polyarthrite chronique évolutive) rhumatisme inflammatoire chronique de la femme, à sérologie positive, atteignant essentiellement les articulations périphériques, et la spondylarthrite ankylosante (pelvispondylite rhumatismale), rhumatisme inflammatoire chronique de l'homme, à sérologie négative, siégeant surtout sur le squelette axial.

I. – POLYARTHRITE RHUMATOÏDE

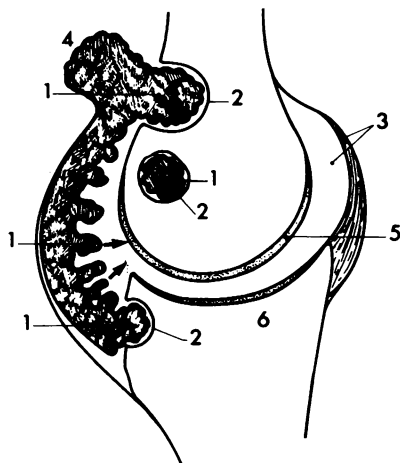
Synovite proliférative et destructive (fig. 2-92), évoluant par poussées suivies de rémission, la polyarthrite rhumatoïde (PR) reste le plus souvent indéfiniment en activité, c'est dire que son pronostic fonctionnel demeure sévère et même grave.

■ **Étiologie.** – D'étiologie inconnue, la polyarthrite rhumatoïde atteint 1 à 3 % des adultes. Elle commence à tout âge, souvent vers la cinquantaine. Elle est trois fois plus fréquente chez la femme.

■ **Manifestations cliniques.** – Les manifestations cliniques sont articulaires et extra-articulaires.

FIG. 2-92. – Les lésions anatomiques de la polyarthrite rhumatoïde (P.R.)

1, inflammation et prolifération synoviale : le pannus ; 2, encoches et érosions péri-chondrales ; 3, épanchement intra-articulaire de type inflammatoire et amincissement capsulaire ; 4, destruction capsulo-ligamentaire ; 5, amincissement et destruction des cartilages articulaires par les enzymes contenues dans le liquide articulaire ; 6, déminéralisation des épiphyses.



a) **Les arthropathies.** – Elles sont multiples, en général symétriques, chroniques, destructives, ankylosantes et déformantes. L'inflammation articulaire se manifeste par un enraidissement douloureux à maximum matinal, avec gonflement et augmentation de la chaleur locale.

MAINS. – Les articulations frappées *au début* de l'affection sont : les interphalangiennes proximales, les métacarpo-phalangiennes et les poignets. L'atteinte des interphalangiennes distales est rare et tardive. Secondairement, s'installent des déformations : déviation cubitale des doigts, déformation en col de cygne...

PIEDS. – L'atteinte précoce (parfois asymptomatique), contemporaine de celle des mains, siège le plus souvent aux métatarso-phalangiennes.

LES GENOUX sont presque toujours frappés. La déformation se fait en flexion.

LES HANCHES. – L'atteinte est souvent tardive, le retentissement fonctionnel grave.

PARMI LES AUTRES ARTICULATIONS. – Coudes et épaules sont atteints en général tardivement.

b) **Manifestations extra-articulaires :**

- nodule sous-cutané (nodule rhumatoïde) rencontré dans 10 % des cas ;
- adénopathies superficielles ;
- splénomégalie, parfois intégrée dans le cadre d'un syndrome de Felty ;
- syndrome de Sjögren ;
- atteintes pleuro-pulmonaires ou péricardiques.

■ **Signes biologiques.** – Les signes biologiques traduisent la présence d'un syndrome inflammatoire et de désordres immunitaires.

La vitesse de sédimentation globulaire suit parallèlement l'évolutivité de l'affection.

La présence de facteurs rhumatoïdes se traduit par la positivité de la réaction de Waaler-Rose et du test au latex. Cette sérologie est positive dans 80 % des polyarthrites rhumatoïdes évoluant depuis un an. Elle peut demeurer négative.

■ **Signes radiologiques.** – Ils ne sont pas spécifiques, mais leur groupement, leur siège, et le fait que plusieurs articulations sont atteintes en même temps sont très évocateurs du diagnostic.

a) **Mains et poignets** (fig. 2-93 et 2-94). – C'est là que les signes sont les plus précoces et les mieux visibles.

AU DÉBUT.

1° **Gonflement des parties molles :**

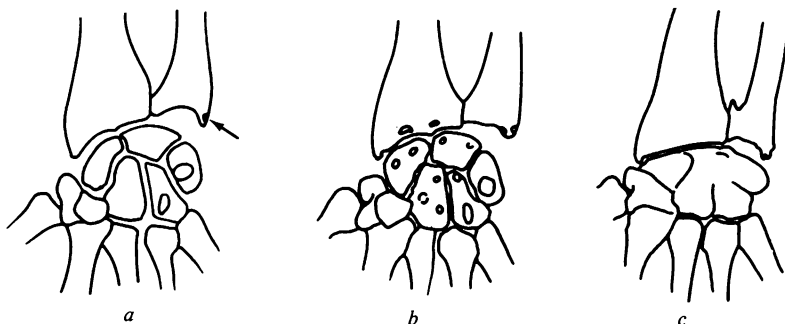
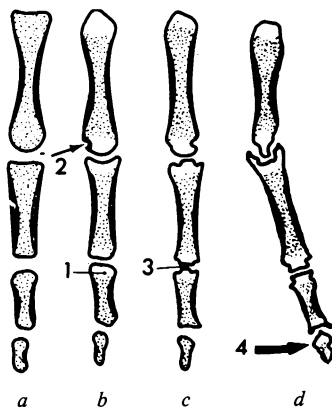
- fuseau péri-articulaire des interphalangiennes proximales ;
- effacement des lignes graisseuses des métacarpo-phalangiennes ;
- gonflement et effacement des lignes graisseuses en regard des styloïdes radiales et surtout cubitales.

2° **Déminéralisation régionale :** siégeant aux épiphyses des articulations atteintes, elles réalisent parfois un aspect de déminéralisation en bandes.

FIG. 2-93

Polyarthrite rhumatoïde : atteinte des doigts.

- a) Aspect normal.
- b) Au début : déminéralisation en bande (1), parfois encoches péri-chondrales (2).
- c) Plus tard érosion osseuse et pincement des interlignes (3).
- d) Puis destruction et luxation (4).

FIG. 2-94. — *Polyarthrite rhumatoïde.*

Atteinte du poignet.

- a) Au début, aspect normal ou déjà discrète déminéralisation ou minime érosion à rechercher notamment sur la styloïde cubitale (→).
- b) Erosion plus importante. Pincements articulaires, géodes carpiennes.
- c) Bloc carpien.

3° *Minimes érosions* : perte de substance corticale à limites floues, encoche mesurant 1 à 2 mm de diamètre, à rechercher sur les styloïdes (cubitales surtout), le bord radial des têtes métacarpiennes, les épiphyses phalangiennes.

4° *Pincement articulaire* : A interpréter en fonction du côté opposé et des articulations adjacentes.

5° *Faits négatifs importants* : pas d'ostéophytose périphérique, pas de densification osseuse sous-chondrale.

APRÈS UN CERTAIN TEMPS D'ÉVOLUTION, les signes deviennent évidents :

1° *Pincement articulaire*, pouvant aboutir à une disparition de l'interligne (l'ankylose osseuse n'est fréquente qu'au carpe, réalisant un bloc osseux complet).

2° *Destruction épiphysaires* : les érosions ont fait place à des encoches volumineuses. Au maximum peut se produire une ostéolyse épiphysaire complète.

3° *Désaxation* : angulation, subluxation, luxation.

b) **Aux pieds.** – Les signes sont identiques à ceux de la main. Ils doivent être recherchés systématiquement, car ils peuvent exister en l'absence de manifestation clinique.

c) **Genoux et hanches :**

- Au début : les signes sont peu visibles.
- Après un certain temps : pincement articulaire global et érosions importantes.
- A un stade tardif : on peut voir des ostéophytes, témoignant d'une réaction du type arthrosique de ces articulations portantes dont le cartilage a été détruit par l'inflammation rhumatoïde.

d) **Rachis.** – Recherche systématique d'une luxation axoïdo-atloïdienne sur des clichés de profil en flexion. Il y a subluxation lorsque la distance séparant l'arc antérieur de l'atlas de l'apophyse odontoïde est supérieure à 3 mm.

■ **Evolution et traitement.** – Elle se fait par poussées, avec aggravation progressive. Les médications actuelles ralentissent cette évolution.

Des mesures orthopédiques et kinésithérapiques tendent à préserver les fonctions articulaires.

II. – SPONDYLARTHRITE ANKYLOSANTE (OU PELVISPONDYLITE RHUMATISMALE)

■ **Etiologie.** – Le plus souvent idiopathique, parfois héréditaire et familiale, la spondylarthrite ankylosante est une affection de l'homme jeune. Elle débute entre 15 et 30 ans, exceptionnellement après 50 ans.

Dans quelques cas, elle succède à un syndrome de Fiessinger-Leroy-Reiter. Elle s'intègre parfois (3 % des cas) dans le cadre d'un rhumatisme psoriasique. Elle peut compliquer une rectocolite hémorragique ou une maladie de Crohn.

■ **Manifestations cliniques.**

a) **Mode de début :**

- dans 80 % des cas, douleurs fessières ou lombaires ou lombo-sacrées, plus rarement dorsales. Fait capital : évoluant par crises et surtout à *recrudescence nocturne* ;
- dans 20 % des cas, oligo-arthrite inflammatoire des membres ;
- dans tous les cas, raideur rachidienne matinale.

A ce stade, l'examen radiologique des articulations sacro-iliaques met en évidence des anomalies.

b) **Période d'état.** – Caractérisée par une extension ascendante des atteintes articulaires : sacro-iliaques, lombaires, dorsales, cervicales, réalisant un enraidissement progressif de tout le rachis.

A tout moment de l'évolution peuvent survenir des arthrites des membres ressemblant à celles de la polyarthrite rhumatoïde.

■ **Signes biologiques.** – La sérologie rhumatoïde est négative. La vitesse de sédimentation globulaire est augmentée parallèlement à l'évolutivité de l'affection.

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-95). – Ils sont d'une importance capitale pour le diagnostic.

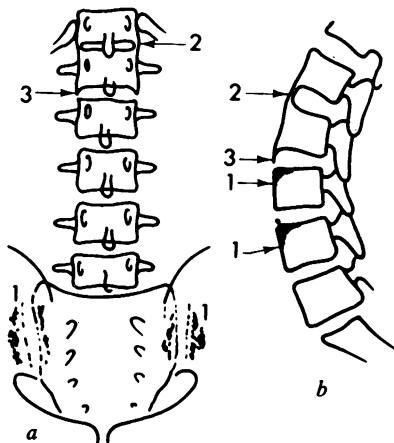
FIG. 2-95. – *Spondylarthrite ankylosante du début.*

a) Colonne lombaire et bassin de face :

1. Arthrite sacro-iliaque bilatérale : interligne élargi, flou et irrégulier. Ostéocondensation de voisinage ; 2. Ponts osseux inter-somatiques complets (syndesmophytes) ; 3. Incomplets.

b) Rachis lombaire de profil :

1. Spondylite antérieure de Romanus. Mise au carré des vertèbres dont le bord antérieur est devenu rectiligne ; 2. Pont osseux complet ; 3. Ossification inter-somatique débutante.



a) **Au début.** – Ils sont à rechercher aux articulations sacro-iliaques et sur la charnière dorso-lombaire.

1° *L'arthrite sacro-iliaque bilatérale :*

- Elargissement de l'interligne.
- Flou des contours.
- Irrégularités des contours.
- Condensation péri-articulaire.
- Aires de déminéralisation au sein de la condensation.

Diagnostic précoce = diagnostic **EFFICACE**.

2° *Charnière dorso-lombaire.* – Il s'agit d'ossification sous-ligamentaire, sous forme de très fins spicules descendant verticalement d'un étage vertébral à l'autre, réalisant au maximum un fin pont osseux (syndesmophyte).

Une lésion précoce, visible sur les clichés de profil, est une érosion juxta-discale du rebord vertébral antérieur (signe de Romanus), réalisant une mise au carré des vertèbres dont le bord antérieur devient rectiligne, alors qu'il est normalement concave en avant (fig. 2-95).

b) **Plus tard** (fig. 2-96) :

ATTENTE SACRO-ILIAQUE. – Disparition de l'interligne par ankylose osseuse.

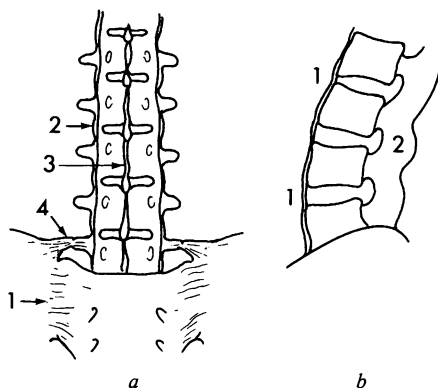


FIG. 2-96. – *Spondylarthritis ankylosante (stage avancé).*

a) Colonne lombaire de face :

1. Ankylose sacro-iliaque ; 2. Ponts osseux inter-somatiques multiples : colonne bambou ; 3. Ossification des ligaments inter-épineux ; 4. Ossification des ligaments ilio-lombaires.

b) De profil :

1. Pont osseux inter-somatique ; 2. Ankylose des articulations inter-apophysaires postérieures.

RACHIS. – Les ossifications sous-ligamentaires doublent les contours de la plupart des disques : aspect de colonne bambou.

Ligaments inter-épineux et ligaments jaunes peuvent être ossifiés. Il s'y associe une déminéralisation.

Les articulations inter-apophysaires sont elles aussi atteintes. Les disques intervertébraux restent longtemps normaux.

■ **Evolution et traitement.** – Se fait par poussée, aboutissant à une ankylose complète du rachis en 10 à 20 ans. Les traitements orthopédiques et physiothérapiques ont pour but d'obtenir une ankylose en bonne position. Les médications anti-algiques et anti-inflammatoires tentent de ralentir cette évolution.

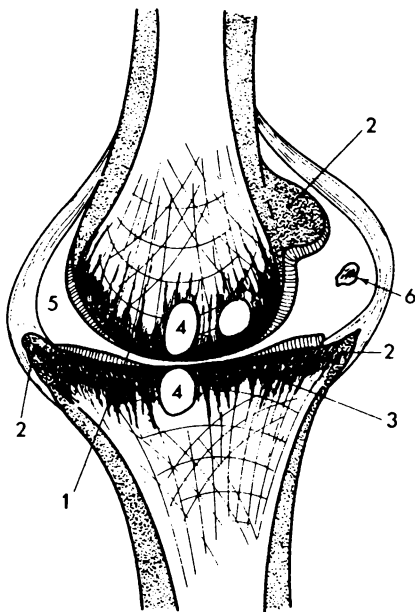
B. – L'ARTHROSE

I. – GÉNÉRALITÉS

L'arthrose (ou rhumatisme dégénératif) est une usure du cartilage articulaire. Cette détérioration cartilagineuse s'accompagne d'une construction ostéophytique marginale et d'une ostéosclérose sous-chondrale dans les zones d'appui.

FIG. 2-97. — Les lésions de l'arthrose.

1. Destruction partielle du cartilage articulaire, surtout en zone de fonction ; 2. Ostéophytose marginale ; 3. Ostéosclérose sous-chondrale ; 4. Lacune d'hyperpression (inconstante) ; 5. Épanchement de type mécanique, et amincissement capsulaire ; 6. Corps étranger intra-articulaire, ostéochondrome (inconstant).



On voit parfois des cavités contenant des tissus fibreux appelées géodes d'hyperpression (fig. 2-97).

La détérioration cartilagineuse est souvent primitive. Parfois, elle est secondaire : à des microtraumatismes répétés, à un vice architectural entraînant une usure prématurée du cartilage par hyperpression anormale en certains points de ces articulations (hanche, genou), à la présence de corps étrangers intra-articulaires ou de microcristaux (arthrose de la goutte, de l'hémochromatose, de la chondrocalcinose).

L'arthrose se traduit cliniquement par des douleurs à la mobilisation de l'articulation, calmées par le repos.

L'examen clinique met en évidence une limitation des mouvements de l'articulation atteinte. Il n'y a pas d'anomalies biologiques, notamment la vitesse de sédimentation globulaire reste normale.

Quel que soit son siège, l'arthrose a une traduction radiologique univoque faite de quatre signes diversement associés :

- *pincement de l'interligne articulaire* (par usure du cartilage) ;
- *épaississement de la lame osseuse sous-chondrale* (réaction osseuse à l'hyperpression) ;
- *ostéophytose marginale* ;
- *géodes d'hyperpression* (inconstantes).

L'évolution de l'arthrose est inexorablement progressive, mais lente. Le traitement médical est symptomatique. Parfois le traitement chirurgical peut corriger un vice architectural.

Fréquence relative des diverses localisations par ordre décroissant : rachis, hanche, genou, interphalangienne des doigts, trapézo-métacarpienne du pouce (rhizarthrose), métatarso-phalangienne du gros orteil. Les localisations rachidiennes sont les plus fréquentes. Elle seront envisagés page 160.

Le bilan d'une « arthrose des membres inférieurs » comporte toujours la recherche d'un trouble statique.

II. – L'ARTHROSE DE LA HANCHE (COXARTHROSE)

La coxarthrose est fréquente dans les deux sexes à partir de la quarantaine. Dans la moitié des cas elle est secondaire à une dysmorphie de la hanche. La mesure des divers angles définissant l'articulation coxo-fémorale (coxométrie) permet de préciser le type et l'intensité de cette dysmorphie.

Certaines indications opératoires en découlent.

■ **Coxométrie** – La coxométrie de base comporte trois clichés : un cliché du bassin *dans son ensemble* de face, une incidence en faux profil de Lequesne et une mesure de l'angle d'antéversion du col fémoral (fig. 2-31).

■ **Etiologie des coxarthroses secondaires.** – La malformation la plus souvent en cause est une forme mineure de malformation subluxante, caractérisée par (fig. 2-98 et 2-99) :

- une obliquité exagérée du toit du cotyle ;
- un défaut de couverture de la tête, souvent associé à une coxa-valga (ouverture de l'angle cervico-diaphysaire) et une exagération de l'angle d'antéversion.

Parmi les autres causes, citons la protrusion acétabulaire, la fracture du cotyle, la nécrose de la tête fémorale.

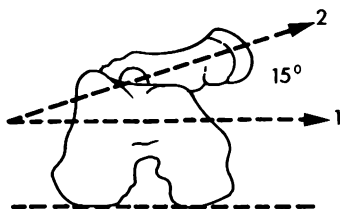


FIG. 2-98.

Schéma d'un fémur vu par sa partie inférieure (les condyles sont au premier plan et reposent sur un plan horizontal).
1, plan des condyles ; 2, axe du col fémoral.

L'angle d'antéversion normal est de l'ordre de 15°.

■ **Signes radiologiques de la coxarthrose** (fig. 2-100). – Ce sont les signes radiologiques de toute arthrose :

- le pincement articulaire est polaire, supéro-externe ou supérieur, plus rarement global ;
- les ostéophytes peuvent avoir de nombreuses localisations. La présence d'un seul ostéophyte est suffisante pour le diagnostic d'arthrose ;
- l'ostéocondensation sous-chondrale siège dans les zones d'appui ;
- les géodes d'hyperpression ne sont pas rares, surtout sur le cotyle.

■ **Evolution et traitement.** – L'évolution progressive peut être stoppée si un vice architectural peut être corrigé chirurgicalement. A un stade avancé, la mise en place d'une prothèse doit être envisagée.

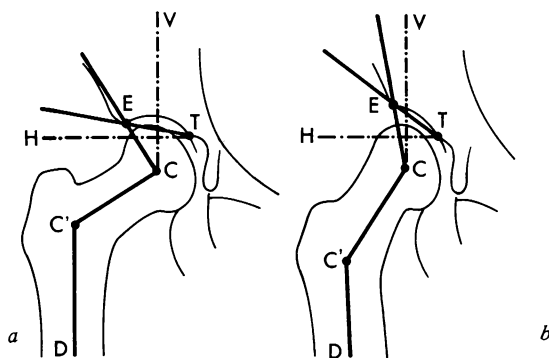


FIG. 2-99. – Coxométrie (cf. fig. 2-30).

- a) Aspect normal : $CC'D \leq 135^\circ$; $HTE \leq 10^\circ$; $VCE \geq 25^\circ$.
 b) Subluxation. Ouverture de l'angle cervico-diaphysaire. Exagération de l'obliquité du toit du cotyle. Diminution de la couverture externe de la tête.

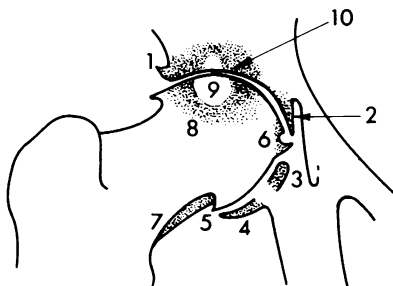


FIG 2-100. – Coxarthrose primitive.

1, ostéophytose cotyloïdienne supéro-externe (avant toit) ; 2, cotyloïdienne interne (double fond) ; 3, cotyloïdienne inférieure (corne bordante) ; 4, cotyloïdienne inférieure (seuil) ; 5, ostéophytose péricéphalique ; 6, ostéophytose périfovéale ; 7, ostéophytose inférieure du col ; 8, densification du toit du cotyle et de la partie supérieure de la tête fémorale ; 9, image géodique de la tête et du cotyle ; 10, pincement de l'interligne.

III. – L'ARTHROSE DU GENOU (GONARTHROSE)

La gonarthrose est le plus souvent primitive. Elle est parfois secondaire à un vice architectural fémoro-tibial ou fémoro-patellaire, congénital ou acquis.

L'étude chiffrée d'un tel vice architectural (gonométrie) est indispensable si un traitement orthopédique est envisagé.

■ **Gonométrie et étiologie des gonarthroses secondaires.** – La gonométrie étudie les déviations dans le plan frontal (genu varum ou genu valgum), dans le plan sagittal (genu recurvatum) (fig. 2-34).

L'étude fémoro-patellaire (dysplasie) s'effectue sur les clichés en incidence 30°, 60°, 90°.

■ **Signes radiologiques de la gonarthrose.** – Souvent au début, l'arthrose est fémoro-rotulienne, et c'est plus tard seulement qu'elle devient aussi fémoro-tibiale (fig. 2-101).

■ **Evolution et traitement.** – L'évolution est lentement progressive et inexorable. Les traitements médicaux ont un rôle palliatif. La correction d'un vice architectural (ostéotomie) arrête souvent l'évolution. Des prothèses peuvent être envisagées.

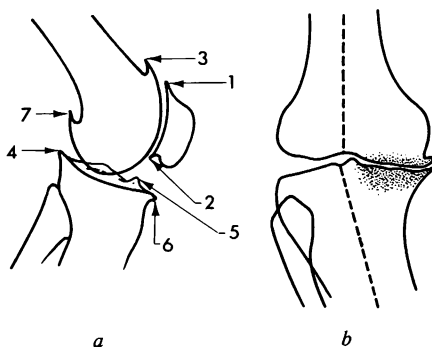


FIG. 2-101. – Arthrose fémoro-patellaire.

a) Arthrose du genou de profil. 1, ostéophytose rotulienne postéro-supérieure, et 2, inférieure; 3, ostéophytose sus-trochléenne; 4, ostéophytose tibiale postérieure; 5, ostéophytose pré-spinale; 6, ostéophytose tibiale antérieure; 7, ostéophytose condylienne postérieure.

b) Arthrose sur genu varum. Les signes de l'arthrose sont localisés au compartiment fémoro-tibial interne, soumis à des pressions excessives du fait du genu varum.

IV. – L'ARTHROSE DES DOIGTS

(fig. 2-102).

Siégeant parfois aux articulations interphalangiennes proximales (IPP) où elle peut réaliser des nodosités, elle siège *le plus souvent* aux articulations *interphalangiennes distales* (IPD).

L'arthrose interphalangienne distale est fréquente chez la femme après la ménopause. L'ostéophytose postérieure est à l'origine des nodosités d'Heberden.

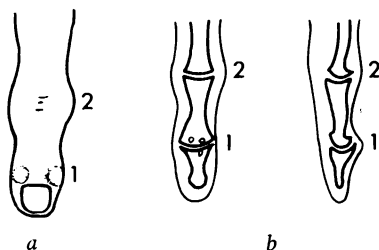


FIG. 2-102. – Arthrose interphalangienne.

a) Aspect clinique. Nodosités 1, d'Heberden ; 2, de Bouchard.

b) Aspect radiologique, de face et de profil. Les petites géodes sous-chondrales ne sont pas rares dans l'arthrose I.P.D. (→). La saillie ostéophytique postérieure forme les nodosités d'Heberden (→). Ostéophytose moins importante dans l'arthrose I.P.P. (→).

Les signes radiologiques : caractère volontiers asymétrique du pincement articulaire, permettant de différencier cette arthrose d'une arthrite inflammatoire (notamment psoriasique).

V. – L'ARTHROSE TRAPÉZO-MÉTACARPIENNE

(fig. 2-103).

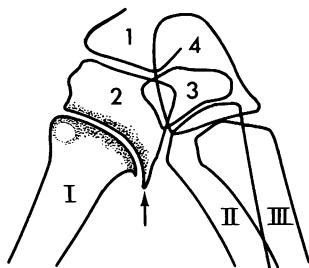
L'arthrose trapézo-métacarpienne, ou rhizarthrose du pouce, est très fréquente chez les femmes après la ménopause. Elle est le plus souvent bilatérale et fréquemment associée à des nodosités d'Heberden.

Signes radiologiques : pincement de l'interligne, ostéophytose, ostéosclérose sous-chondrale.

FIG. 2-103
Rhizarthrose du pouce.

Pincement articulaire trapézo-métacarpien. Ostéophytose interne (→), petite géode du premier métacarpien.

1, scaphoïde ; 2, trapèze ; 3, trapézoïde ; 4, grand os.



VI. – LES AUTRES ARTHROSES

L'arthrose métatarso-phalangienne du gros orteil, habituellement bilatérale, est fréquente. Elle est le plus souvent primitive.

Les arthroses que nous allons citer sont le plus souvent secondaires. Elles peuvent succéder à des fractures ou des luxations (poignet, articulation

acromio-claviculaire, cheville) ; à des microtraumatismes (arthrose du coude des ouvriers maniant des perforatrices pneumatiques) ; à une détérioration de la coiffe des rotateurs (épaule).

C. – LES ARTHROPATHIES MÉTABOLIQUES

Nous étudierons la goutte et la chondrocalcinose articulaire qui sont toutes les deux des manifestations de pathologie microcristalline.

I. – LA GOUTTE

La goutte est caractérisée par des fluxions articulaires et des dépôts d'urate de sodium dans les tissus. Elle est secondaire à l'hyper-uricémie.

L'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil est habituellement la première touchée.

■ *Manifestations cliniques.*

a) **La crise aiguë de goutte.** – Première manifestation de l'affection, survenant entre 30 et 50 ans, elle frappe électivement les articulations métatarso-phalangiennes du gros orteil (environ 90 % des cas). Son début est brutal, nocturne. La crise aiguë dure quelques jours, elle est électivement calmée par la colchicine.

b) **La goutte chronique.** – Secondaire à des dépôts d'urate de sodium dans les tissus, ses premières manifestations surviennent de 10 à 20 ans après la première crise.

1° *Les tophus.* – Sous-cutanés, de coloration blanchâtre, ils siègent électivement dans le pavillon de l'oreille, la région olécrânienne, plus rarement les mains ou les pieds.

2° *Arthropathie uratique.* – Secondaire à une infiltration par des dépôts d'urate, elle réalise un tableau de polyarthrite à évolution chronique siégeant avec prédilection au gros orteil, au pied ou à la main.

3° *Manifestations rénales :* lithiase rénale ; insuffisance rénale, rare, toujours à rechercher car de grande valeur pronostique.

■ **Signes biologiques.** – L'hyper-uricémie (supérieure à 450 μ mol/l) est le signe fondamental ;

- des signes d'inflammation non spécifique existent parfois ;
- une étude de la fonction rénale doit toujours être demandée.

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-104 et 2-105).

a) **Lors de la crise aiguë.** – Pas de signe spécifique : gonflement des parties molles péri-articulaires.

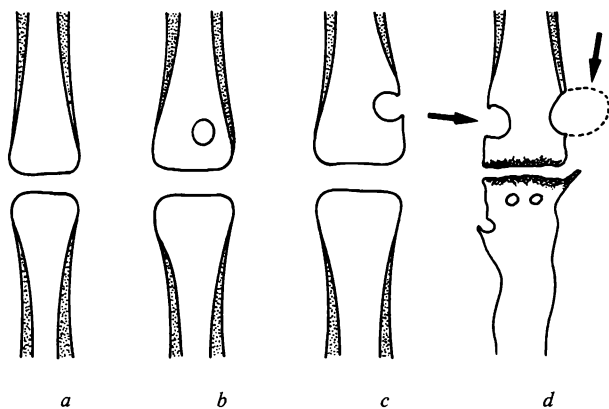


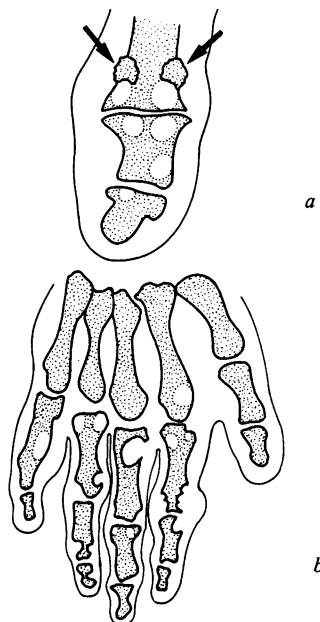
FIG. 2-104. – Aspect et évolution des lésions de la goutte chronique.

- a) Aspect normal.
 b, c) Encoches métaphysaires de face et de profil.
 d) Tophus multiples (↗); arthrose, ostéophytose.

FIG. 2-105.
 Goutte chronique.

a) Arthropathie du gros orteil. Géodes au voisinage de la métatarso-phalangienne et de l'interphalangienne du gros orteil, pincement articulaire de la métatarso-phalangienne, ostéophytose, irrégularité des sésamoïdes (→).

b) Au niveau de la main. Géodes multiples et tuméfaction des parties molles.



- b) **Arthropathie uratique.** – Dans les formes évoluées :
 – pincement articulaire ;
 – ostéophytose marginale ;
 – géodes épiphysaires, à l'emporte-pièce, arrondies ou ovalaires, centrales ou latérales ;

— ces signes siègent aux gros orteils, sur le tarse (ostéophytes multiples réalisant un aspect de pieds hérissés), aux genoux ou aux mains.

c) **Autres signes radiologiques** : la lithiase rénale (radiotransparente si elle est urique pure) ; le retentissement rénal éventuel d'une lithiase.

■ **Evolution et traitement.** — Au début : crises aiguës 1 à 2 fois par an. Les traitements modernes empêchent l'apparition secondaire de tophus ou d'arthropathie.

Le traitement fait appel à la colchicine dans les crises aiguës, au régime apurinique, aux uricosuriques ou aux inhibiteurs de l'uricogénèse, au long cours.

II. — LA CHONDROCALCINOSE ARTICULAIRE DIFFUSE

La chondrocalcinose articulaire diffuse (ou pseudo-goutte) se caractérise par des calcifications cartilagineuses, radiologiquement visibles.

■ **Etiologie.** — Le plus souvent primitive, elle est parfois associée à d'autres maladies : hyperparathyroïdie primitive, hémochromatose. Beaucoup plus rarement : insuffisance rénale, maladie de Paget, myélome.

■ **Manifestations cliniques.** — Arthralgie simple, parfois crise aiguë pseudo-goutteuse, plus rarement arthropathie chronique.

■ **Signes radiologiques** (fig. 2-106) :

— **Siège** : les genoux, puis, moins souvent, les poignets, les épaules, les hanches, la symphyse pubienne ;

— **Aspect** : liseré opaque, finement granuleux, cernant les contours épiphysaires ;

— calcifications méniscales, intra-capsulaires ou discales parfois associées.

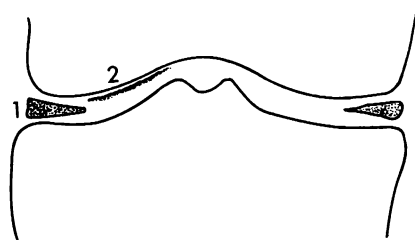


FIG. 2-106.
*Chondrocalcinose articulaire
du genou.*

Calcifications méniscales et
liseré opaque intra-cartilagineux.

D. — LES ARTHROPATHIES NERVEUSES

Ces arthropathies compliquent en règle une neuropathie accompagnée d'une insensibilité articulaire.

I. - LES PRINCIPALES ÉTIOLOGIES

Elles sont : le tabès, la syringomyélie, la neuropathie diabétique et les acropathies ulcéro-mutilantes. L'étiologie conditionne le siège des arthropathies, dont l'aspect radiologique est souvent univoque (fig. 2-107).

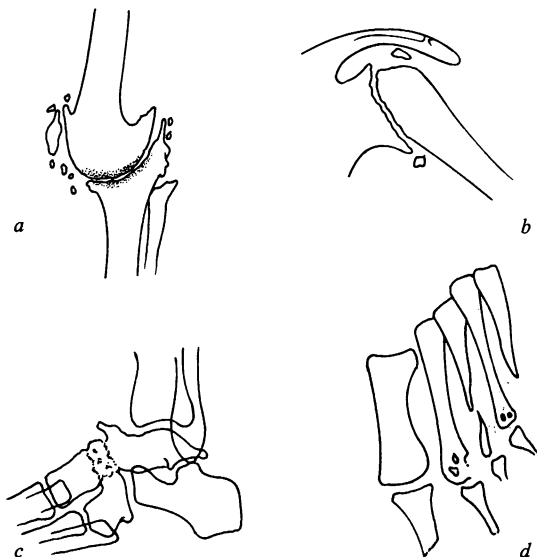


FIG. 2-107. - *Quelques exemples de localisation. Arthropathies nerveuses.*

- a) *Tabès*. Ostéophytose exubérante, corps ostéo-cartilagineux intra-articulaire, subluxation postérieure du tibia, importante destruction du plateau tibial.
- b) *Syringomyélie*. Lésion atrophique avec destruction de la tête humérale, irrégularité de la glène. Importante ostéophytose, opacités dans les parties molles.
- c) *Diabète*. Destruction osseuse prédominant au scaphoïde, atteinte des articulations avoisinantes.
- d) *Acropathie ulcéro-mutilante* : résorption des phalanges et des métatarsiens (aspect effilé de l'extrémité osseuse résorbée).

a) **Le tabès**. - Les lésions siègent essentiellement au membre inférieur (articulation médio-tarsienne, mal perforant plantaire, chevilles ou genoux) ; l'atteinte rachidienne lombaire est possible.

b) **La syringomyélie** siège au membre supérieur.

c) **La névrite diabétique** siège essentiellement dans la région médio-tarsienne, mais aussi plus rarement tarso-métatarsienne ou distale.

d) **Les acropathies ulcéro-mutilantes** (familiales ou non), ainsi que la **lèpre nerveuse**, siègent au métatarse et aux phalanges.

II. – SIGNES CLINIQUES COMMUNS

- Apparition insidieuse, évolution progressive et, fait capital, *indolore*.
- Arthropathies non ou peu inflammatoires.
- Dislocations et désaxations souvent importantes. La marche peut être rendue difficile ou impossible.
- L'examen neurologique retrouve toujours au moins une atteinte de la sensibilité profonde.

III. – LES SIGNES RADIOLOGIQUES

- a) **Tabès, syringomyélie** : lésions ostéo-cartilagineuses *très importantes*.
 - pincement articulaire constant ;
 - dans les formes hypertrophiques : ostéophytose marginale souvent exubérante, ostéosclérose sous-chondrale nette, ostéochondromatose parfois. C'est l'aspect réalisé au genou : image d'arthrose majeure, *caricaturale*. Au rachis, aspect d'arthrose caricaturale ;
 - dans les formes atrophiques : les épiphyses sont au contraire plus ou moins détruites ; image fréquente à l'épaule et à la hanche ;
 - des fractures spontanées peuvent survenir.
 - rappelons que l'absence de rapport entre l'importance des détériorations radiologiques et la modicité de la gêne clinique doit attirer l'attention et faire penser à une arthropathie nerveuse ;
 - dans la syringomyélie, la radiologie peut être utile dans le diagnostic étiologique : radiographie standard du rachis cervical : évasement du canal rachidien, scanner, myélographie : grosse moelle variable.
- b) **Acropathie ulcéro-mutilante** :
 - maux perforants plantaires ;
 - lyse des os du pied, débutant aux phalanges et aux métatarsiens, qui s'effilent en « sucre d'orge sucé ».

E. – DÉTÉRIORATION STRUCTURALE DES DISQUES INTERVERTÉBRAUX

Les disques intervertébraux s'altèrent avec l'âge, détérioration accélérée par les efforts et les traumatismes.

La détérioration discale peut être radiologiquement inapparente. Souvent elle se signale par un pincement discal avec ou sans ostéophytose marginale.

A la charnière lombo-sacrée, le *lumbago* est une expression fréquente de cette détérioration. La *sciaticque vertébrale commune* (radiculalgie L5 ou S1) en est une autre, de même que beaucoup plus rarement certaines radiculalgies crurales (L3 ou L4).

– Après 40 ans, la colonne dorsale est très souvent le siège d'une arthrose radiologique, le plus souvent sans manifestation clinique.

– La cervicarthrose, quasi constante après l'âge de 40 ans (surtout en C5-C6), est le plus souvent asymptomatique et peut provoquer cependant des poussées de torticolis ou plus rarement une radiculalgie cervico-brachiale.

I. – RAPPEL ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

(fig. 2-108)

Un disque intervertébral est constitué par un anneau fibreux périphérique et par un noyau central : le nucléus pulposus. L'anneau fibreux est formé de lamelles fibro-cartilagineuses concentriques à fibres à peu près verticales qui s'insèrent sur les rebords vertébraux.

En avant et latéralement, le disque est recouvert par le ligament longitudinal antérieur. En arrière, il est recouvert par le ligament longitudinal postérieur.

Le disque intervertébral est, par son anneau fibreux, le principal organe d'union des vertèbres.

La détérioration structurale des disques associe une dégénérescence du nucléus pulposus et la fissuration de l'anneau fibreux. Ces modifications exposent à des hernies de la substance nucléaire à travers les fissures.

Les hernies nucléaires postérieures sont douloureuses car elles entraînent une distension de la partie postérieure, sensible, de l'anneau fibreux. Ainsi s'explique la douleur aiguë du lumbago et la lombalgie chronique.

A un stade de plus, faisant saillie à la partie postérieure du disque, elles peuvent comprimer une racine nerveuse : radiculalgie, sciatique par exemple.

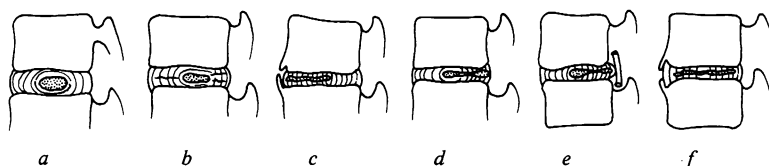


FIG. 2-108. – La détérioration discale et ses conséquences.

- a) Disque normal.
- b) Affaissement du nucléus pulposus, fissuration de l'anneau fibreux.
- c) Hernie nucléaire antérieure, ostéophytose réactionnelle.
- d) Hernie nucléaire postérieure au contact de l'anneau fibreux (lumbago).
- e) Hernie postérieure irritant une racine nerveuse (sciatique vertébrale commune).
- f) Infiltration diffuse de la matière nucléaire dans les fissures de l'anneau fibreux (lombalgie chronique).

II. – MANIFESTATIONS DE LA DÉTÉRIORATION DISCALE LOMBO-SACRÉE

Dans la région lombaire, la détérioration des deux derniers disques (L4-L5 et L5-S1) a des conséquences cliniques : lumbago aigu, lombalgie chronique et sciatique vertébrale commune.

■ **Lumbago aigu.** – C'est le « tour de rein », souvent déclenché par un effort de soulèvement.

a) Traduction radiologique :

- soit cliché normal ;
- soit bâillement ou pincement localisé d'un disque (L4-L5 ou L5-S1) ;
- soit déjà affaissement d'un disque avec ou sans signe d'arthrose.

Rappelons qu'à l'étage lombaire la hauteur des disques augmente de haut en bas (tout espace est plus haut que l'espace sus-jacent, sauf L5-S1, normalement cunéiforme antérieur [fig. 2-55]).

b) Evolution et traitement. – Sous l'effet du repos et des antalgiques, la régression est en règle rapide. La répétition des accidents aigus est fréquente.

■ **Sciatique vertébrale commune.** – Comme le lumbago, elle succède souvent à un faux mouvement. Elle est assez souvent précédée par un lumbago.

Sa traduction clinique est une douleur unilatérale, de trajet mono-radriculaire (L5 : gros orteil, ou S1 : bord externe du pied). Cette douleur est accentuée par les efforts et calmée par le repos.

Cliniquement, signe de la sonnette, signe de Lasègue du côté malade. On peut noter une diminution du réflexe achilléen en cas de topographie S1.

a) Traduction radiologique. – Parfois : examen normal. Le plus souvent anormal.

– DE FACE : affaissement discal global (L4-L5 ou L5-S1), ou pincement discal du côté de la sciatique ou au contraire bâillement discal. Ce bâillement discal, s'il est électif, localise la hernie discale (fig. 2-109).

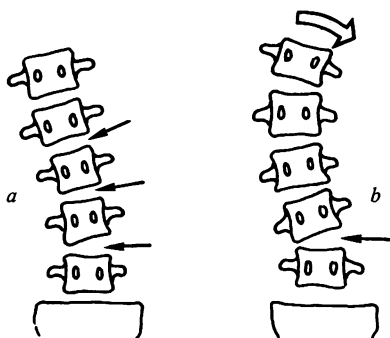


FIG. 2-109. – Pathologie discale.
Le bâillement latéral électif.

a) Cliché debout. Attitude antalgique : inflexion latérale droite du rachis lombaire. Trois disques sont le siège d'un bâillement gauche (→).

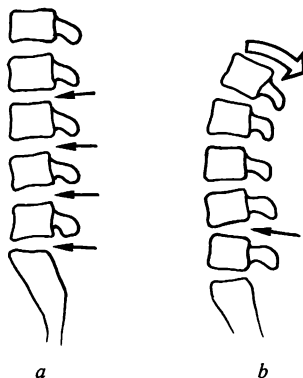
b) Cliché en inflexion latérale gauche. Bâillement électif du disque pathologique.

FIG. 2-110.

Bâillement postérieur électif.

a) Attitude antalgique de profil. Cyphose lombaire (inversion de la courbure normale.) Plusieurs disques bâillent en arrière (→).

b) Cliché en extension. Bâillement électif L4-L5, siège de la hernie discale (→).



– **DE PROFIL** : on peut retrouver un affaissement global, un pincement discal postérieur ou un bâillement postérieur de grande valeur diagnostique localisatrice s'il est électif (fig. 2-110), surtout en L5-S1.

b) **Evolution et traitement.** – Repos et antalgiques entraînent le plus souvent la guérison en quelques semaines. Les récides ne sont pas rares. Les formes hyperalgiques, paralysantes ou récidivantes peuvent justifier des explorations pré-opératoires (voir chap. 3).

■ **Lombalgie chronique d'origine discale** : le plus souvent elle succède à des lumbagos ou des poussées de sciatique. Parfois elle apparaît sans ces antécédents. Les lombalgies sont de type mécanique, calmées par le repos et accentuées en fin de journée ou à l'effort.

a) **Traduction radiologique.** – Discarthrose ou arthrose vertébrale antérieure (fig. 2-111 et 2-112). Elle associe un affaissement discal, une ostéophytose antéro-latérale, et une densification osseuse sous-chondrale des plateaux vertébraux. Ces signes peuvent être localisés à un étage, L4-L5 ou L5-S1, ou s'étendre à plusieurs étages.

On note parfois un rétrolisthésis (petit recul d'une vertèbre sur la vertèbre sous-jacente) (fig. 2-113).

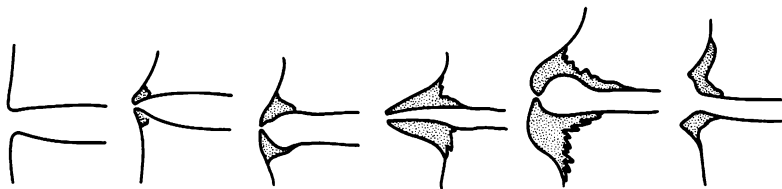
b) **Evolution** par poussées.

III. – DORSARTHROSE

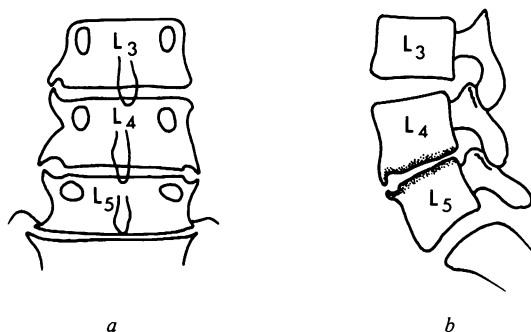
La discarthrose dorsale est anatomiquement fréquente mais elle est le plus souvent asymptomatique.

Elle se traduit sur le cliché par des affaissements discaux à prédominance antérieure et une ostéophytose antéro-latérale.

Contrairement aux altérations discales lombo-sacrées ou cervicales, la dorsarthrose ne provoque presque jamais de radiculalgies. Elle peut exceptionnellement provoquer une compression médullaire.

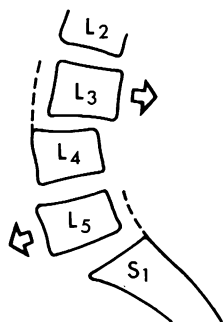
FIG. 2-111. — *Ostéophytes.*

Les divers aspects des ostéophytes de l'arthrose vertébrale. Noter leur orientation oblique par rapport à l'axe des vertèbres, différent des syndesmophytes (voir fig. 2-98).

FIG. 2-112. — *Discarthrose lombaire.*

a) Atteinte étagée L3-L4, L4-L5 et L5-S1. Les disques sont affaîssés et bordés d'ostéophytes.

b) Discarthrose isolée L4-L5, affaissement discal, ostéosclérose, ostéophytose.

FIG. 2-113.
Rachis lombaire de profil.

Spondylolisthésis de L5 (glissement en avant par rapport à la vertèbre sous-jacente S1). Rétrolisthésis de L3 (glissement en arrière par rapport à la vertèbre sous-jacente L4).

IV. – CERVICARTHROSE

D'une extrême banalité à partir de la quarantaine, la discarthrose cervicale prédomine sur les disques inférieurs : C5-C6 et C6-C7. Elle est très souvent associée à une arthrose des articulations unco-vertébrales. L'ostéophytose uncarthrosique fait saillie dans le canal de conjugaison où elle peut irriter les racines rachidiennes cervicales (névralgie cervico brachiale).

■ *Signes cliniques.* – Heureusement rares ; gêne aux mouvements du cou, torticolis.

La radiculalgie cervico-brachiale est une douleur mono-radulaire, en règle C6, C7 ou plus rarement C8. Elle est secondaire à une irritation d'une racine cervicale dans un trou de conjugaison plus ou moins obturé par une saillie ostéophytique d'uncarthrose.

■ *Signes radiologiques* (fig. 2-114) :

- *De face*, affaissement discal et uncarthrose.
- *De profil*, les pincements discaux sont mieux appréciés. L'ostéophytose antérieure est visible.
- *Sur les clichés de 3/4*, visualisation des trous de conjugaison et de l'ostéophytose uncarthrosique qui fait saillie.

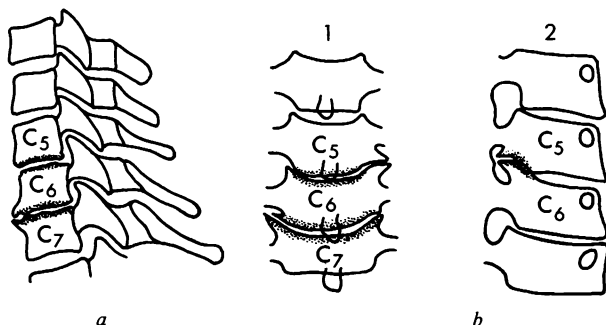


FIG. 2-114. – Arthrose cervicale.

- a) Arthrose corporéale (cliché de profil). Arthrose C6-C7, pincement discal, ostéophytose antérieure ; arthrose C5-C6, pincement discal, ostéophytose postérieure.
 b) Uncarthrose. 1. de face : arthrose corporéale C5-C6 et C6-C7. Ostéophytose unco-vertébrale C5-C6 et C6-C7 ; 2, cliché de 3/4 : protrusion de l'ostéophyte de l'uncarthrose dans le trou de conjugaison C5-C6.

V. – ARTHROSES INTER-APOPHYSAIRES VERTÉBRALES (fig. 2-115).

L'arthrose inter-apophysaire est surtout fréquente à la charnière lombo-sacrée. Elle s'observe surtout chez les femmes de plus de cinquante ans.

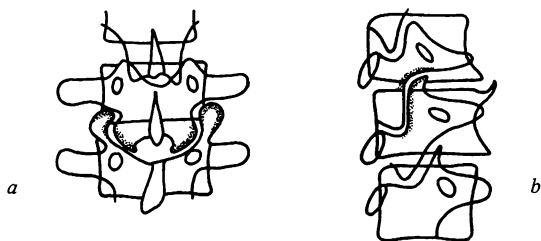


FIG. 2-115. – Arthrose interapophysaire postérieure.

a) De face. Pincement articulaire, ostéosclérose, hypertrophie des apophyses articulaires postérieures.

b) Cliché de 3/4. Pincement articulaire, ostéosclérose, affaissement et incurvation de l'apophyse articulaire inférieure. A noter, au même étage, une discarthrose.

Les clichés mettent en évidence une hyperlordose lombaire et des lésions d'arthrose inter-apophysaire en L4-L5 et L5-S1.

On note souvent un affaissement isthmico-apophysaire avec spondylolisthésis.

Une discarthrose lombaire supérieure est souvent associée ainsi qu'un rétrolisthésis de L2 ou L1.

VI. – LA PATHOLOGIE JUXTA-ARTICULAIRE

Les tendons, leur gaine, les bourses séreuses péri-articulaires, les ligaments, peuvent être atteints d'inflammation, aiguë ou chronique. Des calcifications peuvent se déposer soit dans les gaines tendineuses, soit dans les bourses séreuses, soit dans les tendons eux-mêmes à la faveur d'une détérioration fibreuse.

La localisation confère un aspect spécial à ces différentes manifestations qui d'ailleurs peuvent être consécutives à une étiologie commune.

■ *La péri-arthrite de l'épaule* (fig. 2-116). – Qu'il s'agisse d'une épaule douloureuse simple, d'épaule douloureuse aiguë, d'épaule limitée ou d'épaule bloquée, les radiographies permettent de mettre en évidence :

– Soit une calcification siégeant dans les tendons rotateurs de l'épaule témoignant d'une tendinite calcifiante des courts rotateurs. Cette calcification peut s'étendre à la totalité de la bourse séreuse.

– Soit une diminution de hauteur de l'espace sous-acromio-claviculaire, témoignant d'une perforation de la coiffe des rotateurs. Cette perforation peut éventuellement être mise en évidence par l'arthrographie opaque. Celle-ci est d'ailleurs la seule à pouvoir visualiser une rupture de la longue portion du biceps.



FIG. 2-116. — *Périarthrite de l'épaule.*

a) Au début. 1, calcifications siégeant dans le tendon du sus-épineux ; 2, petite condensation de la corticale supérieure du trochiter.

b) Evoluée. 1, condensation de la corticale inférieure de l'acromion ; 2, rétrécissement de l'espace sous-acromio claviculaire ; avec ascension de la tête humérale ; 3, atrophie et ostéosclérose du trochiter ; 4, image géodique dans la partie supéro-externe de la tête humérale ; 5, ostéophytose inférieure de la tête.

— Soit détérioration importante de l'épaule avec atrophie du trochiter, rétrécissement de l'espace sous-acromio-claviculaire, ascension de la tête humérale et diastasis huméro-glénoïdien inférieur, condensation osseuse sous-acromiale par néo-arthrose acromio-tubérositaire du fait d'une rupture du sus-épineux, périostose trochitérienne.

— Enfin peut apparaître une ostéophytose notamment au niveau de la partie inférieure de la tête humérale et de la partie inférieure de la glène, témoignant d'une arthrose scapulo-humérale secondaire.

■ **Le coude.** — La manifestation la plus fréquente d'inflammation péri-articulaire est l'épicondylite (épicondylalgie, « tennis elbow »). Il s'agit d'une maladie découverte à l'occasion de douleurs épicondyliennes irradiant souvent vers l'avant-bras, déclenchées ou exacerbées par les mouvements de préhension et de torsion. La mobilité du coude n'est pas limitée. La pression de l'épicondyle réveille une douleur très vive. Les radiographies du coude montrent parfois une périostose ostéophytique de l'épicondyle ou encore des calcifications tendineuses.

■ **La hanche.** — La péri-arthrite de la hanche s'observe surtout chez la femme entre 40 et 60 ans, et se caractérise par une douleur irradiant la face externe de la cuisse, augmentée à la marche et calmée au repos, parfois une douleur à la pression du grand trochanter.

Les radiographies permettent de mettre en évidence les calcifications para-trochantériennes, et sus-trochantériennes.

■ **Le genou.** — La maladie de Pellegrini-Stieda se manifeste radiologiquement par l'ossification du ligament latéral interne sur son insertion condylienne. Cette lésion est souvent indolore.

■ *Les autres localisations particulières :*

– Syndrome du canal carpien : la radiographie en axiale du canal carpien peut mettre en évidence un défilé carpien étroit, voire des calcifications des ligaments antérieurs du carpe.

– Tendinite achilléenne ou rupture du tendon d'Achille : découverte à l'occasion de douleurs de la partie postérieure de la cheville, avec parfois des phénomènes inflammatoires locaux. Elle peut se manifester radiologiquement par une tuméfaction anormale du tendon d'Achille, qui peut présenter des calcifications, à quelques centimètres au-dessus de son insertion calcanéenne. La rupture se manifeste par une solution de continuité de l'opacité du tendon d'Achille.

– La maladie de Tietze est caractérisée par une tuméfaction chondrocostale douloureuse, intéressant surtout le deuxième cartilage costal. Les radiographies ne montrent en règle aucune anomalie.

3

NEUROLOGIE

par

J. THÉRON

I. – INTRODUCTION

Il est dangereux de poser l'indication d'une exploration neuro-radiologique sans une bonne connaissance des différentes techniques utilisables, des informations qu'elles peuvent fournir et de leurs risques propres. La lecture d'un examen nécessite également un minimum de notions anatomiques et radio-anatomiques sans lesquelles l'interprétation devient aussi hasardeuse que les indications thérapeutiques qui en découleront.

Nous essayerons dans ce chapitre de mettre avant tout l'accent sur des notions élémentaires de radio-anatomie et de technique.

II. – ÉTUDE RADIOLOGIQUE STANDARD ET TOMOGRAPHIQUE DU CRÂNE

A. – INCIDENCES ET RADIO-ANATOMIE NORMALE

■ *Les plans de référence du crâne.* – Un certain nombre de plans et axes de références élémentaires doivent être connus pour comprendre comment est réalisée une incidence du crâne (fig. 3-1) :

- le plan sagittal médian et les plans frontaux perpendiculaires au précédent ;
- le plan orbito-méatal passe par l'angle externe de l'orbite et le conduit auditif externe. Toutes les incidences de face seront décrites par rapport à lui ;
- le grand axe du rocher passe approximativement, quelle que soit la morphologie du sujet, par la mastoïde et le bord externe de l'orbite opposée.

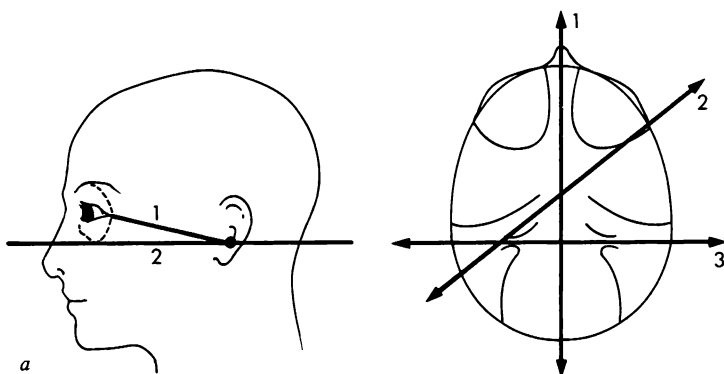


FIG. 3-1. – Plans et repères de références.

a) Les deux lignes de références :

1, ligne orbito-méatale joignant le bord externe de l'œil au conduit auditif externe ;
2, ligne de base anthropologique passant par le bord inférieur de l'orbite osseuse et le conduit auditif externe. Toutes les incidences décrites par la suite le seront par rapport à la ligne orbito-méatale (L.O.M.).

b) Vue supérieure schématisée d'un crâne.

1, plan sagittal médian ; 2, ligne joignant la mastoïde au bord externe de l'orbite : cette ligne indépendamment du morphotype du sujet constitue un repère de l'axe du rocher ; 3, plan frontal passant par les deux conduits auditifs internes.

■ **Les incidences fondamentales d'ensemble du crâne.** – Toute exploration radiologique d'un problème de pathologie crânienne doit commencer par des radiographies standard. Celles-ci comportent au minimum trois clichés : une incidence de profil (fig. 3-2) (la réalisation des deux profils est dans la grande majorité des cas superflue), une incidence dite de « face haute » (fig. 3-4) et une incidence de Worms (fig. 3-5). La somme des informations fournies par ces trois clichés, s'ils sont techniquement corrects, est souvent suffisante pour poser un diagnostic ou orienter les examens plus complexes.

En fonction de la pathologie en cause d'autres incidences pourront être réalisées tel un Blondeau (fig. 3-6) pour mieux étudier le massif facial ou une incidence de Hirtz (fig. 3-7) pour analyser la base du crâne.

a) **L'incidence de profil.** – Le malade doit être strictement de profil pour que la base du crâne soit interprétable. Ceci est obtenu lorsque le rayonnement est perpendiculaire au plan sagittal médian (fig. 3-2). Cette incidence permet une excellente étude de la voûte crânienne, de la selle turcique et de la jonction cranio-rachidienne.

Les rochers ne sont pas interprétables car superposés. Au moindre doute sur l'existence d'une anomalie, notamment au niveau de la base du crâne, des tomographies seront pratiquées.

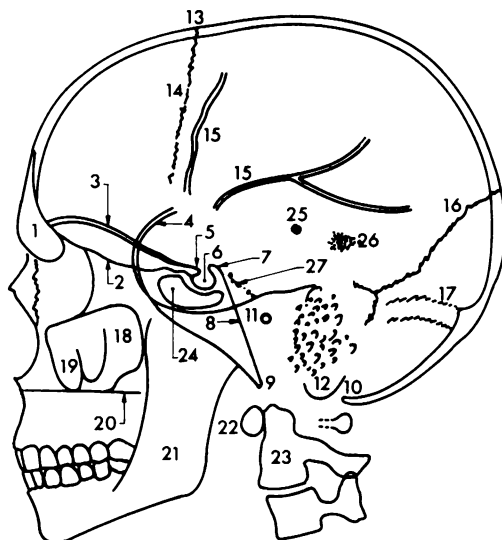


FIG. 3-2. — Incidence de profil du crâne.

1, sinus frontal ; 2, lame criblée de l'ethmoïde : structure médiane ; 3, toit des deux orbites : superposition de deux structures latérales. La bonne superposition des toits des deux orbites est un des critères permettant de vérifier que l'incidence réalisée est un profil strict ; 4, grandes ailes du sphénoïde superposées. Leur bonne superposition est le deuxième critère permettant de vérifier que l'incidence est un profil strict ; 5, tubercule de la selle turcique ; 6, selle turcique ; 7, dos de la selle ; 8, clivus ; 9, bord antérieur du trou occipital ; 10, bord postérieur du trou occipital ; 11, superposition des deux mastoïdes et des cellules mastoïdiennes ; 13, bregma ; 14, suture coronale entre l'os frontal et l'os pariétal ; 15, sillons de l'artère méningée moyenne ; 16, suture lambdoïde entre l'os occipital et l'os pariétal ; 17, gouttière du sinus latéral ; 18, sinus maxillaires superposés ; 19, os malaire ; 20, palais osseux ; 21, maxillaire inférieur ; 22, arc antérieur de l'atlas ; 23, axis ; 24, sinus sphénoïdal ; 25, calcification de l'épiphyse ; 26, calcification des plexus choroïdes ; 27, calcification des ligaments clinoïdo-pétreux.

b) Schématisation des incidences de face (fig. 3-3).

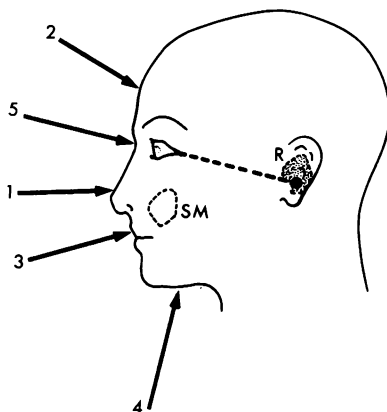


FIG. 3-3. – Les incidences de face du crâne.

Elles sont décrites en fonction de l'angle formé par le rayon directeur par rapport à la ligne orbito-méatale. Chaque incidence est reconnue grâce à la position des rochers R par rapport aux orbites ou au sinus maxillaire SM.

1, face haute. Projection des rochers au-dessous des orbites (fig. 3-4). Inclinaison du rayon vers le haut d'environ 15° ; 2, Worms ou incidence fronto-sous-occipitale. Projection des rochers au-dessus des orbites (fig. 3-5). Inclinaison du rayon vers le bas d'environ 30° ; 3, Blondeau. Projection des rochers au-dessous du sinus maxillaire (fig. 3-6). Inclinaison du rayon vers le haut d'environ 25° ; 4, incidence de Hirtz (fig. 3-7). Rayon perpendiculaire à la ligne orbito-méatale ; 5, rochers dans les orbites (fig. 3-10). Le rayonnement est tangent à la ligne orbito-méatale.

c) **L'incidence dite de « face haute »** (fig. 3-4). – Les rochers sont projetés *au-dessous des orbites*. Cette incidence permet une excellente étude des sinus frontaux, des orbites, des fentes sphénoïdales et des ailes du sphénoïde. Elle montre aussi une partie de la voûte crânienne et le plancher de la selle turcique se projetant dans la fosse nasale. Lorsqu'on lui adjoint les tomographies, c'est une bonne incidence d'étude du contenu des fosses nasales.

d) **L'incidence de Worms** (fig. 3-5). – Les rochers sont projetés *au-dessus des orbites*. C'est l'incidence d'étude de la fosse postérieure et toute exploration complète de la voûte du crâne, notamment en traumatologie, doit obligatoirement la comporter (fig. 3-18). Elle montre bien également les rochers avec les conduits auditifs internes. C'est sur cette incidence que l'épiphyse, lorsqu'elle est calcifiée, sera le mieux vue en position strictement médiane chez le sujet normal.

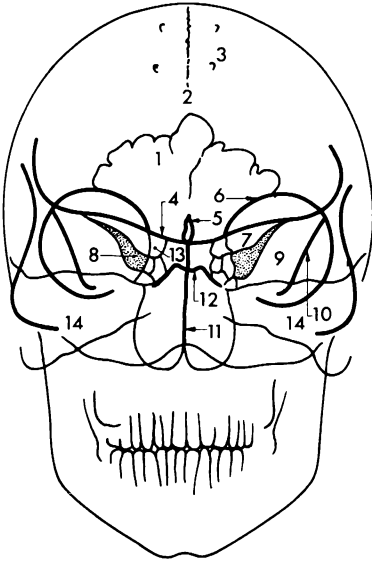


Fig. 3-4

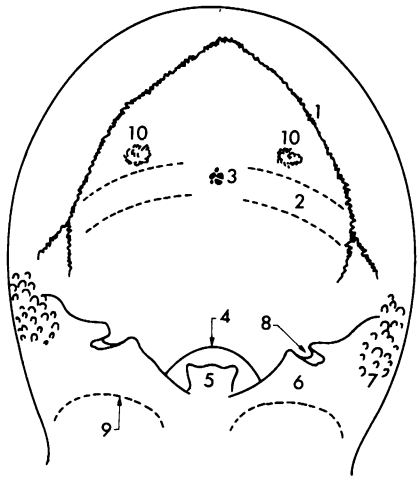


Fig. 3-5

FIG. 3-4. – *Rochers au-dessous des orbites « face haute ».*

1, sinus frontal; 2, suture sagittale séparant les deux pariétaux; 3, granulation de Paccioni en position para-médiane caractéristique; 4, lame criblée de l'ethmoïde; 5, apophyse Crista-Galli; 6, bord supérieur de l'orbite; 7, petite aile du sphénoïde; 8, fente sphénoïdale; 9, grande aile du sphénoïde; 10, ligne de Stenvers: opacité tangentielle de la courbure de la grande aile du sphénoïde; 11, cloison nasale; 12, plancher de la selle turcique vu à travers les fosses nasales; 13, cellules ethmoïdales; 14, rochers se projetant sur le maxillaire supérieur, non analysables sur cette incidence.

FIG. 3-5. – *Worms: « Rochers au-dessous des orbites ».*

1, suture lambdoïde entre l'os pariétal et l'os occipital; 2, gouttière du sinus latéral; 3, épiphyse calcifiée (strictement médiane); 4, bord postérieur du trou occipital; 5, projection du dos de la selle turcique dans la clarté du trou occipital; 6, rocher; 7, cellules mastoïdiennes; 8, conduit auditif interne. L'incidence de Worms est l'une des incidences frontales permettant d'étudier le conduit auditif interne (cette structure est située approximativement dans un plan frontal); 9, bord supérieur de l'orbite; 10, calcification des plexus choroïdes.

e) **L'incidence de Blondeau** (fig. 3-6). – Les rochers sont projetés *au-dessous des sinus maxillaires*. C'est une bonne incidence d'étude du massif facial, notamment du plancher des orbites, de l'os malaire, et des sinus maxillaires dont l'aspect sera au besoin mieux précisé par des tomographies dans la même position.

f) **L'incidence de Hirtz** (fig. 3-7). – C'est l'incidence de la base du crâne ; elle est perpendiculaire au plan orbito-méatal. Elle permet d'étudier le fond des sinus maxillaires, les trous de la base du crâne, le cavum, le sinus sphénoïdal et les rochers. Des tomographies, souvent difficiles à réaliser dans la pratique, préciseront encore mieux ces structures.

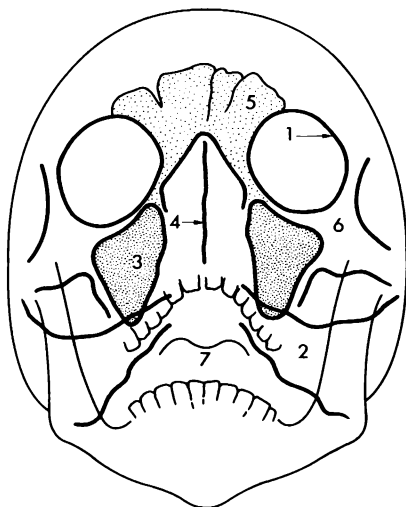


Fig. 3-6

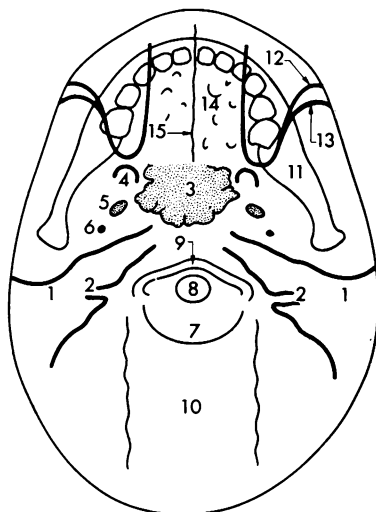


Fig. 3-7

FIG. 3-6. – *Blondeau. « Rochers au-dessous des sinus maxillaires ».*

1, orbite ; 2, rochers ; 3, sinus maxillaires bien dégagés sur cette incidence ; 4, cloison nasale ; 5, sinus frontal ; 6, os malaire bien analysé sur cette incidence ; 7, langue.

FIG. 3-7. – *Hirtz ou incidence de la base.*

1, rocher ; 2, conduit auditif interne ; 3, sinus sphénoïdal ; 4, apophyse ptérygoïde ; 5, trou ovale ; 6, trou petit rond ; 7, trou occipital ; 8, odontoiide ; 9, arc antérieur de l'atlas ; 10, rachis cervical ; 11, maxillaire inférieur ; 12, bord postéro-latéral du sinus maxillaire ; 13, grande aile du sphénoïde ; 14, projection des cellules ethmoïdales ; 15, cloison nasale.

■ Les incidences orientées sur une région particulière.

a) **Le temporal.** – Son étude radiologique a une mauvaise réputation de complexité. Elle nécessite en fait un minimum de connaissances anatomiques (fig. 3-8) et une bonne compréhension des plans dans lesquels se réalisent les incidences.

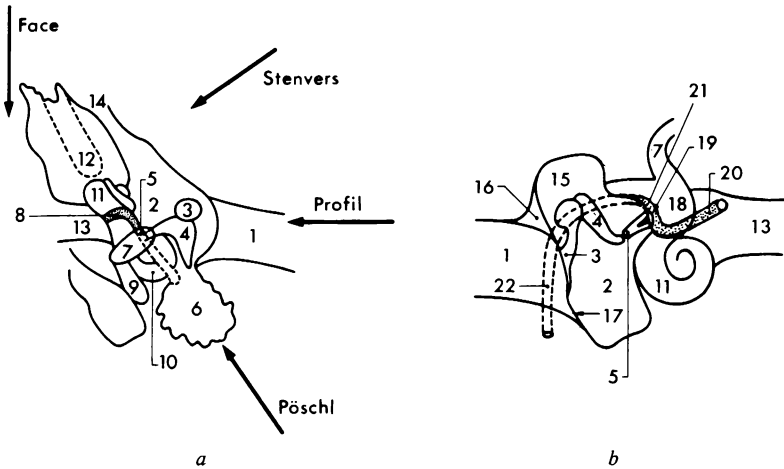


FIG. 3-8.

a) Vue supérieure d'un rocher droit. 1, conduit auditif externe ; 2, caisse du tympan ; 3, marteau ; 4, enclume ; 5, étrier ; 6, antre mastoïdien ; 7, canal semi-circulaire supérieur ; 8, nerf facial ; 9, canal semi-circulaire postérieur ; 10, canal semi-circulaire externe ; 11, cochlée ; 12, canal carotidien ; 13, conduit auditif interne ; 14, trompe d'Eustache.

b) Vue antérieure d'une coupe épaisse proche du plan frontal d'un rocher droit. 15, attique ; 16, mur de l'attique ; 17, tympan ; 18, vestibule ; 19, fenêtre ovale. Nerf facial : 20, première portion ; 21, deuxième portion ; 22, troisième portion.

L'oreille externe est représentée par le conduit auditif externe 1.

L'oreille moyenne est un conduit aérien joignant l'antre mastoïdien 6 à la caisse du tympan 2, contenant les osselets 3, 4, 5 et se prolongeant en avant par la trompe d'Eustache 14.

Le tympan 17 transmet les vibrations aux osselets qui les transmettent au vestibule 18 à travers la fenêtre ovale 19.

L'oreille interne comprend le vestibule 18, les canaux semi-circulaires 7, 9, 10, la cochlée 11 d'où le son est transmis au cerveau par le nerf auditif qui passe dans le conduit auditif interne 13.

1° *Les incidences tangentes aux plans sagittal et frontal.* – Ce sont les plus simples, il s'agit des incidences de face et de profil.

– En tomographie, le profil strict représente une excellente incidence (fig. 3-9), visualisant bien la troisième portion du facial, les osselets et les conduits auditifs internes ; pour éviter la superposition des rochers en incidence standard, il est nécessaire d'incliner le rayon (Schüller).

– De face, le rocher est dégagé de toute superposition dans deux incidences : le Worms (fig. 3-5) et l'incidence « rochers dans les orbites » (fig. 3-10).

AR

AV

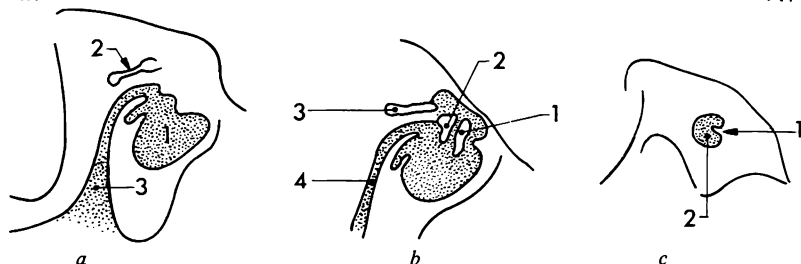


FIG. 3-9. — Représentation schématique de trois coupes obtenues par tomographie du temporal en incidence de profil.

a) 1, conduit auditif externe ; 2, canal semi-circulaire externe ; 3, troisième portion du nerf facial.

b) Coupe légèrement plus profonde mettant en évidence les osselets dans l'attique. 1, marteau ; 2, enclume ; 3, canal semi-circulaire externe ; 4, troisième portion du nerf facial.

c) Coupe beaucoup plus profonde de l'oreille interne étudiant le conduit auditif interne. 1, crête falciforme du fond du conduit auditif interne ; 2, conduit auditif interne.

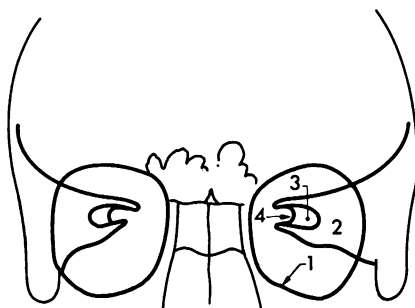


FIG. 3-10. — « Rochers dans les orbites ».

Le rayon est tangent à la ligne orbito-méatale. Cette incidence est réalisée habituellement pour comparer les deux conduits auditifs internes. Au moindre doute d'une asymétrie dans leur dimension, des tomographies seront pratiquées dans la même incidence.

1, orbite ; 2, rochers ; 3, conduit auditif interne ; 4, mur postérieur du conduit auditif interne.

2° Les incidences perpendiculaires aux axes du rocher. — L'incidence perpendiculaire au grand axe du rocher est l'incidence de Stenvers (fig. 3-11). Elle permet en incidence standard l'étude du fond du conduit auditif interne et de la pointe du rocher. En incidence tomographique, elle analyse également la cochlée et le canal carotidien.

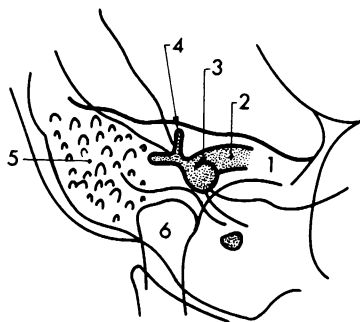


FIG. 3-11. – Incidence standard de Stenvers.

1, pointe de rocher ; 2, conduit auditif interne ; 3, canal de la première portion du nerf facial ; 4, canal semi-circulaire supérieur (la bonne superposition des deux branches de ce canal semi-circulaire sur l'incidence standard de Stenvers est le critère d'une bonne incidence car le rayon est alors tangent au canal semi-circulaire, lui-même perpendiculaire au grand axe du rocher [voir fig. 3-8]) ; 5, cellules mastoïdiennes ; 6, condyle du maxillaire inférieur.

– L'incidence perpendiculaire au petit axe du rocher est l'incidence tomographique de Pöschl destinée à l'étude des osselets, de la fosse ovale et de la cochlée.

3° Les incidences de l'oreille moyenne (fig. 3-12).

Deux incidences sont essentielles :

– L'incidence standard de *Chaussé III* est la meilleure incidence standard d'étude de l'oreille moyenne. Elle ne permet pas de différencier entre eux les osselets qui se présentent sous l'aspect d'une masse triangulaire. Elle est dans la pratique de plus en plus remplacée par :

– L'incidence tomographique de *Guillen* (fig. 3-13). C'est une excellente incidence permettant une étude précise de l'enclume, de l'étrier et du marteau ; la clarté de la caisse, le mur de l'attique et le canal semi-circulaire externe seront parfaitement analysés dans la pathologie otitique ; la fosse ovale et la deuxième portion du facial sont facilement reconnus.

En raison de la légère orientation postérieure du conduit auditif interne, l'incidence de *Guillen* donne également une très bonne image de celui-ci, souvent meilleure que sur l'incidence de face stricte.

b) **La selle turcique.** – Elle est étudiée en radiologie standard sur les clichés de profil (fig. 3-14) et sur la face haute où le plancher est bien visible (fig. 3-4). Ces clichés standard peuvent être complétés par des tomographies qui permettront de préciser encore mieux l'aspect de la selle turcique.

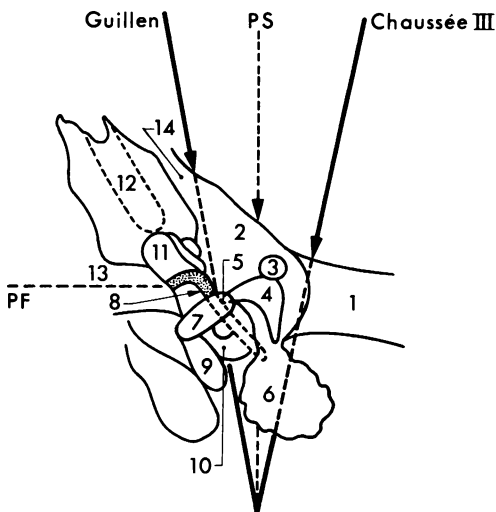


FIG. 3-12. — Même légende que 3-8 a.

Les incidences de l'oreille moyenne : incidence standard de Chaussée III tangente à la paroi externe de la caisse du tympan (cette paroi fait un angle approximatif de 15° avec un plan sagittal du crâne) ; incidence tomographique de Guillen tangente à la paroi interne de la caisse du tympan (cette paroi fait un angle approximatif de 15° avec un plan sagittal du crâne).

PF : plan frontal ; PS : plan sagittal.

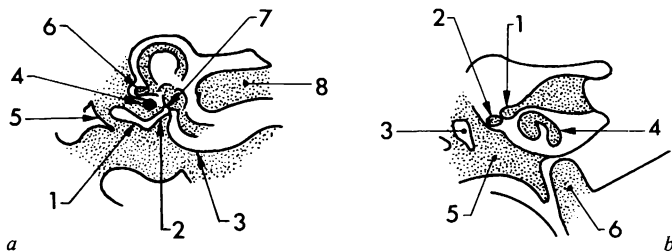


FIG. 3-13. — Incidence tomographique de Guillen.

a) Coupe représentée, la plus caractéristique, montrant bien l'enclume, l'étrier, la fosse ovale et la deuxième portion du facial. 1, longue apophyse de l'enclume ; 2, étrier ; 3, promontoire ; 4, deuxième portion du nerf facial ; 5, mur de l'attique ; 6, canal semi-circulaire externe ; 7, fosse ovale ; 8, conduit auditif interne.

b) Coupe passant 1 mm plus en avant que la coupe a. 1, facial dans sa première portion ; 2, deuxième portion du facial ; 3, marteau ; 4, cochlée ; 5, caisse du tympan ; 6, canal carotidien.

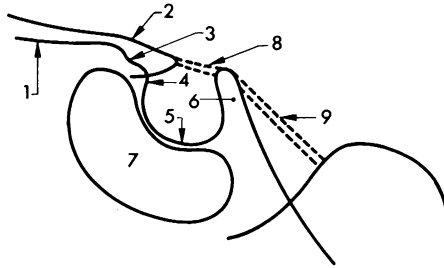


FIG. 3-14. – Cliché localisé centré sur la selle turcique de profil.

1, jugum sphénoïdal ; 2, apophyse clinéoïde antérieure ; 3, gouttière optique ; 4, tubercule de la selle ; 5, fond de la selle ; 6, dos de la selle ; 7, sinus sphénoïdal ; 8, ligaments inter-clinoïdiens pouvant se calcifier ; 9, ligament clinéoïde-pétreux pouvant se calcifier.

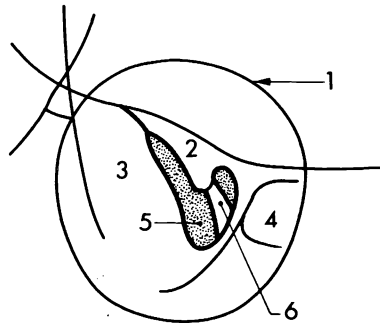
c) **Les tomographies du massif facial** peuvent être nécessaires pour analyser avec précision l'étage antérieur, de la base du crâne, notamment dans la pathologie traumatique à la recherche d'une brèche osseuse non discernable sur les clichés standard. Les tomographies pourront être réalisées dans les deux plans, frontal et sagittal.

d) **Les incidences spéciales de la fente sphénoïdale et du canal optique.**

– *La fente sphénoïdale* est bien analysée sur l'incidence dite de « face haute » (fig. 3-4) mais son bord interne est souvent masqué par les cellules ethmoïdales. C'est pourquoi une incidence permettant son dégagement est parfois réalisée (fig. 3-15).

FIG 3-15

Incidence spéciale de dégagement de la fente sphénoïdale permettant une bonne analyse de celle-ci et plus particulièrement de son bord interne souvent mal dégagé sur l'incidence de face haute (voir fig. 3-4). 1, bord supérieur de l'orbite ; 2, petite aile du sphénoïde ; 3, grande aile du sphénoïde ; 4, cellules ethmoïdales ; 5, fente sphénoïdale ; 6, racine inférieure de la petite aile du sphénoïde.



– Le canal optique nécessite pour être analysé une incidence spéciale (fig. 3-16).

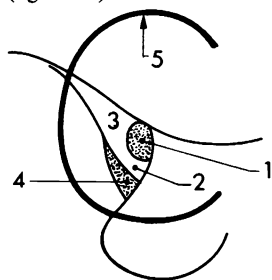


FIG. 3-16 – Incidence oblique spéciale du canal optique.

1, canal optique; 2, racine inférieure de la petite aile du sphénoïde; 3, petite aile du sphénoïde; 4, fente sphénoïdale; 5, orbite.

B. – INTÉRÊT DIAGNOSTIQUE DES CLICHÉS STANDARD

- Les traumatismes (fig. 3-17 à 3-19). Conduite à tenir (voir p. 210).
- Les affections sinusiennes (fig. 3-20).
- Les tumeurs cérébrales (fig. 3-21 et 3-22).

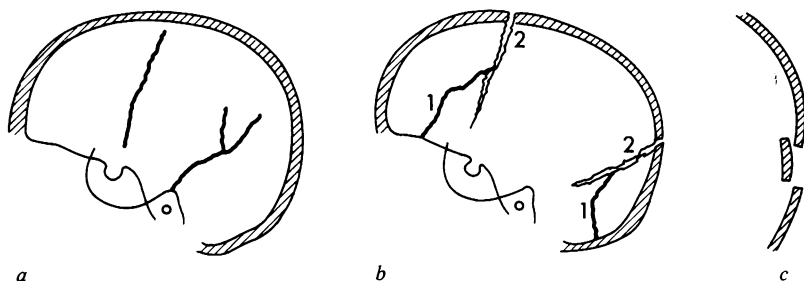


FIG. 3-17. – Fractures du crâne.

a) Fractures de la voûte crânienne. Le trait de fracture postérieur irradie vers l'écaille temporale et sera particulièrement bien mis en évidence par une incidence complémentaire de Schüller.

b) Fractures de la voûte crânienne (1) avec disjonction des sutures (2).

c) Embarrure. Cliché tangentiel de la voûte crânienne au niveau de l'embarrure.

FIG. 3-18
Traumatisme crânien.

Incidence de Worms. Trait de fracture longitudinal (→) au niveau de l'écaille de l'occipital. Ce trait n'est pas visible sur les incidences en face haute et de profil. Ces deux incidences doivent systématiquement être complétées par une incidence de Worms en cas de traumatisme crânien.

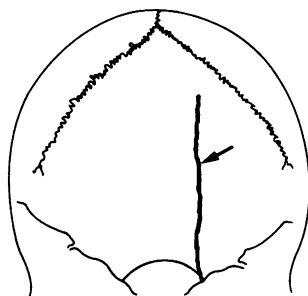
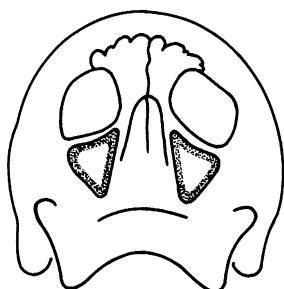
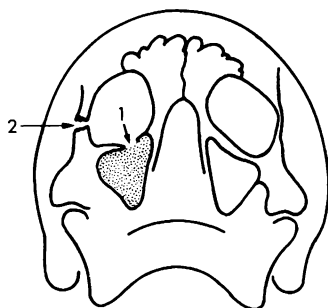
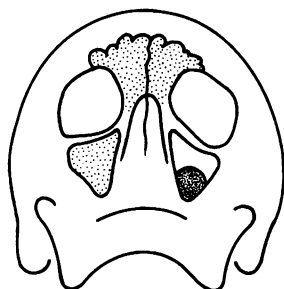


FIG. 3-19
Traumatisme facial.

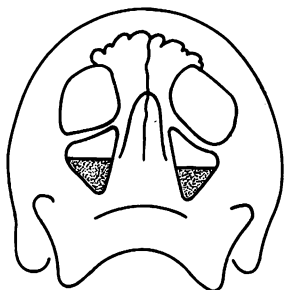
Fracture du plancher de l'orbite (1) avec disjonction temporo-malaire (2). On notera l'épanchement dans le sinus maxillaire. Cet épanchement doit évoquer une lésion du plancher de l'orbite même si celle-ci n'est pas évidente sur les clichés standard. Des tomographies de face seront réalisées pour mieux préciser la lésion.



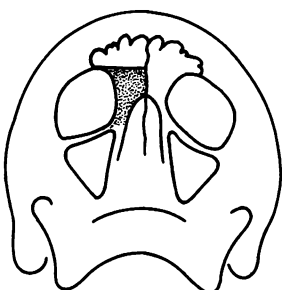
a



b



c



d

FIG. 3-20. - *Sinusites. Incidences de Blondeau.*

- a) Épaississement de la muqueuse des deux sinus maxillaires.
- b) Sinusite frontale et maxillaire droite avec opacité diffuse de ces sinus. Du côté gauche, on observe un polype muqueux du plancher du sinus maxillaire.
- c) Sinusite maxillaire avec niveaux liquides sur un cliché pris en position debout.
- d) Sinusite frontale avec niveau liquide sur un cliché pris en position debout.

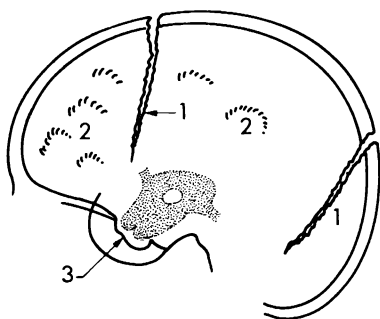
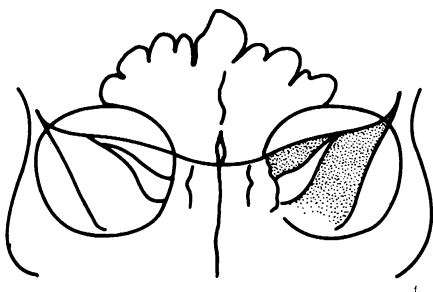


FIG. 3-21
Hypertension intracrânienne.

1, disjonction des sutures ; 2, impressions digitiformes de la voûte crânienne ; 3, déformation de la selle turcique avec aspect en oméga de son plancher et érosion de son dos. Le troisième ventricule dilaté responsable de ces déformations a été représenté en pointillés.

FIG. 3-22

Méningiome en plaque du sphénoïde avec condensation de la grande et de la petite aile en incidence de face haute localisée. L'évolution se fera vers le rétrécissement de la fente sphénoïdale.



III. – LES ANGIOGRAPHIES CÉRÉBRALES

A. – TECHNIQUES ET RADIO-ANATOMIE NORMALE

Les vaisseaux du crâne sont alimentés par le système carotidien et le système vertébral (fig. 3-23). L'angiographie digitalisée permet d'étudier les axes carotidiens au cou par une simple injection intraveineuse. Les images obtenues sont assez bonnes mais nécessitent parfois un complément angiographique par voie artérielle.

■ **Le système carotidien.** – Une technique d'opacification du système carotidien consiste à ponctionner la carotide primitive au niveau du cou. Après vérification de la bifurcation carotidienne (fig. 3-25) des séries intracrâniennes de face (fig. 3-26 et 3-27) et de profil (fig. 3-28 et 3-30) sont réalisées. C'est un examen rapide et relativement peu douloureux.

Il donnera de bonnes images des vaisseaux intracrâniens et sera souvent suffisant pour poser un diagnostic.

La tendance actuelle est de rechercher de plus en plus la sélectivité dans les injections vasculaires afin d'obtenir une meilleure définition des structures vasculaires fines. Ces injections sélectives sont réalisées au mieux par voie fémorale.

FIG. 3-23.

Schéma des techniques d'opacification des vaisseaux intracrâniens :

- a) Ponction directe des vaisseaux au cou. 1, carotide primitive ; 2, carotide interne ; 3, carotide externe ; 6, vertébrale (rare).
b) Ponction à distance et injection à contre-courant. 4, humérale ; 5, axillaire.
c) Ponction à distance : artère fémorale (7) et cathétérisme de l'aorte avec injection globale dans la crosse (8) ou sélectives des différents vaisseaux à destinée intracrânienne (9).

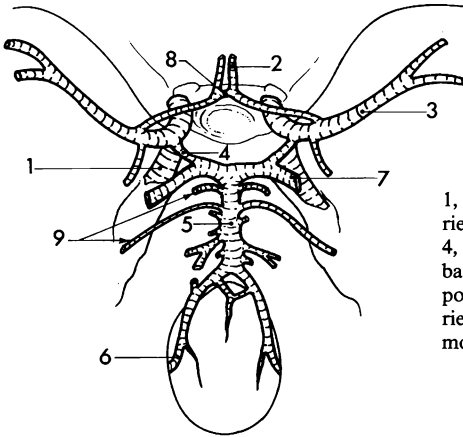
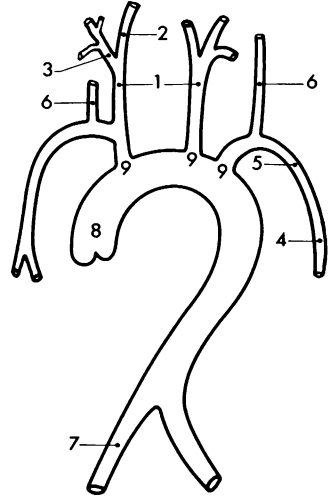


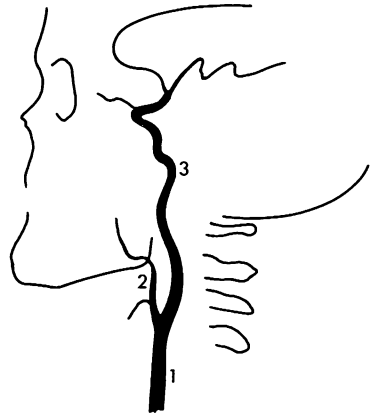
FIG. 3-25.

Aspect normal de la bifurcation carotidienne de profil. Toute angiographie doit commencer par un cliché de la bifurcation carotidienne pour vérifier son aspect normal. 1, carotide primitive ; 2, carotide externe ; 3, carotide interne.

FIG. 3-24.

Schéma du polygone de Willis.

- 1, carotide interne ; 2, cérébrale antérieure ; 3, cérébrale moyenne (sylvienne) ; 4, communicante postérieure ; 5, tronc basilaire ; 6, vertébrale ; 7, cérébrale postérieure ; 8, communicante antérieure ; 9, cérébelleuses supérieure et moyenne.



a) **La carotide interne** donne l'artère ophtalmique, sa seule collatérale importante puis se divise en ses branches terminales au nombre de quatre : la communicante postérieure qui s'anastomose en arrière avec la cérébrale postérieure (fig. 3-24), la choroïdienne antérieure, la cérébrale antérieure, la cérébrale moyenne ou sylvienne (fig. 3-29).

Au temps veineux les veines peuvent être divisées en veines superficielles et veines profondes (fig. 3-27 et 3-30).

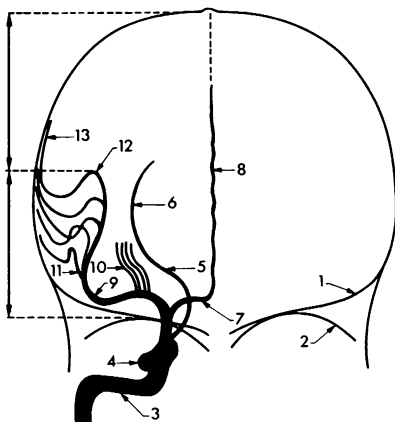
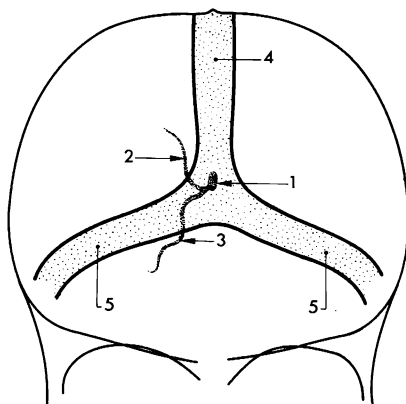


FIG. 3-26. – Artériographie carotidienne.
Temps artériel. Incidence de face
classique.

Le bord supérieur des orbites (2) se projette au niveau du bord supérieur des rochers (1). 3, carotide interne dans le canal carotidien du rocher ; 4, siphon carotidien ; 5, segment cysternal de l'artère choroïdienne antérieure au-dessus de l'uncus ; 6, segment ventriculaire de l'artère choroïdienne antérieure tournant autour du pôle postérieur du thalamus ; 7, premier segment de l'artère cérébrale antérieure passant au-dessus du nerf optique ; 8, deuxième segment de l'artère cérébrale antérieure (péricalléuse) situé sur la ligne médiane dans la scissure inter-hémisphérique. Elle représente un repère important et sera déplacée du côté

opposé par toute lésion expansive hémisphérique antérieure ; 9, segment transversal pré-insulaire de l'artère cérébrale moyenne ou sylvienne ; 10, artères lenticulo-striées vascularisant les noyaux gris profonds ; 11, branche de division de l'artère cérébrale moyenne dans la scissure de Sylvius ; 12, point sylvien : dernière réflexion sylvienne de l'artère cérébrale moyenne dans la scissure de Sylvius ; lorsque cette incidence est réalisée, le point sylvien est à égale distance entre le toit de l'orbite et la tangente à la table interne au niveau de la gouttière du sinus longitudinal supérieur ; 13, branches corticales de l'artère cérébrale moyenne situées au contact de la table interne de l'os.

FIG. 3-27



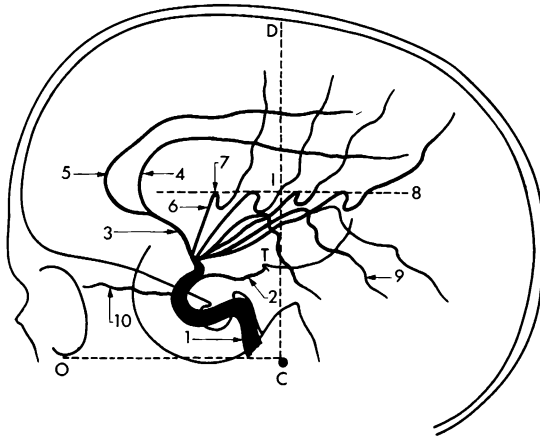


FIG. 3-28. – Artériographie carotidienne. Incidence de profil. Temps artériel.

1, siphon, carotidien ; 2, artère choroïdienne antérieure qui pénètre dans la corne temporale (T), puis tourne autour du thalamus dans le ventricule latéral ; 3, artère cérébrale antérieure ; 4, artère péricalléuse ; 5, artère calloso-marginale ; 6, branche corticale sylvienne ascendante ; 7, réflexion supérieure de cette branche au sommet de la vallée sylvienne (voir fig. 3-37) la ligne joignant les réflexions sylviennes supérieures (8), est la ligne insulaire supérieure. Cette ligne est grossièrement parallèle à O.C., ligne joignant le bord inférieur de l'orbite au bord supérieur du conduit auditif (Taveras). Si l'on abaisse la perpendiculaire à cette ligne au niveau du conduit auditif en I, ce point est à égale distance du conduit (C) et de la table interne de la voûte crânienne (D) (Vlahovitch). L'ensemble des branches sylviennes dans la vallée sylvienne forme une image de triangle à sommet postérieur ; 9, branche corticale sylvienne descendante ; 10, artère ophtalmique.

FIG. 3-27. – Artériographie carotidienne. Temps veineux. Incidence de face.

Veine cérébrale interne située au-dessus du toit du troisième ventricule sur la ligne médiane ; cette veine représente un repère important : elle sera déplacée du côté opposé par toute lésion expansive hémisphérique postérieure ; 2, veine thalamo-striée : elle est située sous l'épendyme du plancher du ventricule latéral. Elle dessine avec la veine cérébrale interne la taille du ventricule correspondant et sera déplacée en dehors par toute augmentation du volume de celui-ci ; 3, veine basilaire : elle tourne autour du mésencéphale et se draine dans l'ampoule de Galien superposée dans cette incidence à la veine cérébrale interne ; 4, sinus longitudinal supérieur ; 5, sinus latéraux.

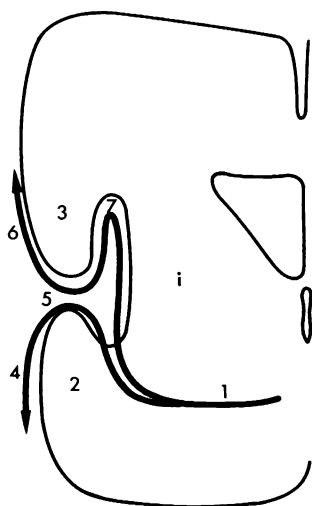


FIG. 3-29

Trajet de l'artère cérébrale moyenne (sylvienne) et de ses branches sur une hémicoupe frontale d'un hémisphère cérébral. Lobe de l'insula : i.

1, premier segment pré-insulaire de la cérébrale moyenne ; 2, opercule temporal ; 3, opercule rolandique ; 4, branche corticale descendante ; 5, sortie des branches corticales de la scissure de Sylvius ; 6, branche corticale ascendante ; 7, réflexion supérieure des branches corticales dans la scissure de Sylvius.

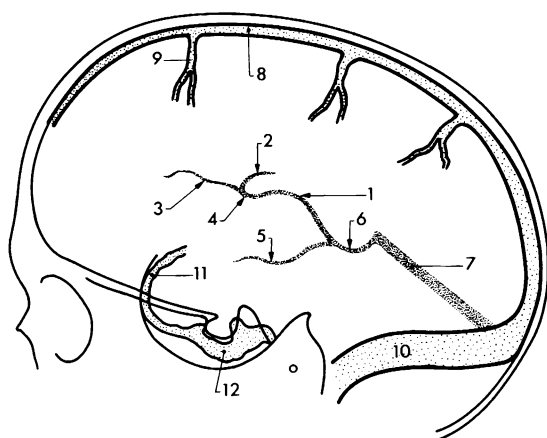


FIG. 3-30. — Artériographie carotidienne. Incidence de profil. Temps veineux.

1, veine cérébrale interne située dans le plan médian au-dessus du toit du troisième ventricule ; 2, veine thalamo-striée, située sous l'épendyme du plancher du ventricule latéral correspondant ; 3, veine septale ; 4, angle veineux donnant la situation du trou de Monroe ; 5, veine basilaire tournant autour du mésencéphale ; 6, ampoule de Galien située au-dessus des tubercules quadri-jumeaux ; 7, sinus droit, 8, sinus longitudinal supérieur ; 9, veines superficielles corticales ; 10, sinus latéral ; 11, veine sylvienne superficielle ; 12, sinus caverneux opacifié lorsque la veine sylvienne superficielle s'y jette.

b) La carotide externe. — Son injection sélective permet une meilleure définition de ses branches sans superposition du système vasculaire cérébral (fig. 3-31).

Des injections super-sélectives permettent d'obtenir non seulement une meilleure définition des fines structures vasculaires mais également, si nécessaire, de réaliser une obstruction thérapeutique de ces branches (embolisation).

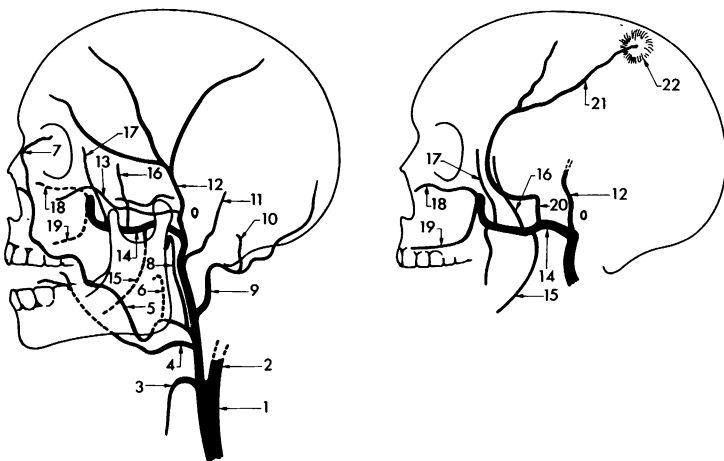


FIG. 3-31.

a) Principales branches de l'artère carotide externe.

1, carotide primitive; 2, carotide interne; 3, thyroïdienne supérieure, 4, linguale; 5, faciale; 6, artère-palatine ascendante, branche de l'artère faciale vascularisant le voile du palais; 7, artère angulaire, terminaison avec l'artère de l'aile du nez de l'artère faciale. L'artère angulaire s'anastomose avec la terminaison de l'artère ophtalmique (voir fig. 3-88); 8, artère pharyngienne ascendante; 9, artère occipitale; 10, branche méningée de l'artère occipitale; 11, artère auriculaire postérieure; 12, artère temporale superficielle; 13, artère transverse de la face; 14, artère maxillaire interne; 15, artère dentaire inférieure; 16, artère temporale profonde moyenne; 17, artère temporale profonde antérieure; 18 artère sous-orbitaire; 19, artère palatine descendante.

b) Principales branches de l'artère maxillaire interne dans un cas de méningiome de la convexité.

20, L'artère méningée moyenne pénètre dans le crâne par le trou petit rond; 21, branche de la convexité de l'artère méningée moyenne participant à la vascularisation du méningiome; 22, méningiome s'opacifiant d'une façon caractéristique avec opacification d'abord centrale puis périphérique de la tumeur dont l'opacité persistera et s'accroîtra aux temps intermédiaire et veineux.

■ *Le système vertébral* peut être opacifié :

- par ponction directe de la vertébrale au cou (technique pratiquement abandonnée actuellement) ;
- par ponction de l'artère humérale avec injection rétrograde ; l'embolo opaque parvenu en regard de l'orifice de l'artère vertébrale dans la sous-clavière chemine alors dans la vertébrale en suivant le flux normal. C'est une technique facile et sans danger. La qualité de l'opacification des vaisseaux de la fosse postérieure est conditionnée par le calibre de la vertébrale injectée. L'injection humérale gauche est préférée habituellement à la droite, pour éviter sur le cliché de face, la superposition du système carotidien droit. L'injection bi-humérale simultanée est possible ;
- par cathétérisme de la vertébrale par voie fémorale ; cette technique permet d'obtenir une excellente opacification des vaisseaux de la fosse postérieure.

Des clichés seront pris en incidence de Worms et de profil (fig. 3-32 à 3-35).

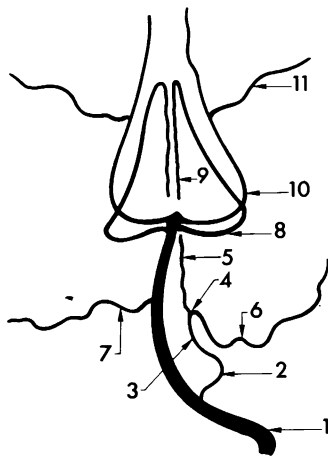


FIG. 3-32. – *Artériographie vertébrale.*
Incidence de face. Temps artériel.

1, artère vertébrale du côté opacifié ; 2, segments pré- et latéro-bulbaires de l'artère cérébelleuse inférieure ; 3, segment rétro-bulbaire de l'artère cérébelleuse inférieure ; 4, point choroïdien situé sur la paroi du quatrième ventricule (voir fig. 3-35) ; 5, artère vermiennienne inférieure en situation normale paramédiane ; 6, artère cérébelleuse hémisphérique ; 7, artère cérébelleuse moyenne ; 8, artère cérébelleuse supérieure ; 9, artère vermiennienne supérieure de l'artère cérébelleuse supérieure s'anastomosant avec l'artère vermiennienne inférieure (5) ; 10, artère cérébrale postérieure ; 11, branche temporale postérieure de l'artère cérébrale postérieure.

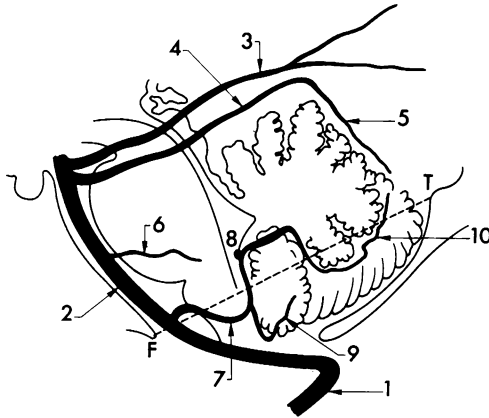


FIG. 3-33. - Artériographie vertébrale. Incidence de profil. Temps artériel.

1, artère vertébrale du côté opacifié ; 2, tronc basilaire ; 3, artère cérébrale postérieure ; 4, artère cérébelleuse supérieure ; 5, artère vermiennne supérieure ; 6, artère cérébelleuse moyenne, mal vue sur cette incidence ; 7, artère cérébelleuse inférieure dans son segment latéro-bulbaire ; 8, point choroïdien situé à la jonction tiers antérieur-tiers moyen de la ligne joignant le bord antérieur du trou occipital (F) à la protubérance occipitale interne (T) ; 9, artère cérébelleuse hémisphérique ; 10, artère vermiennne inférieure.

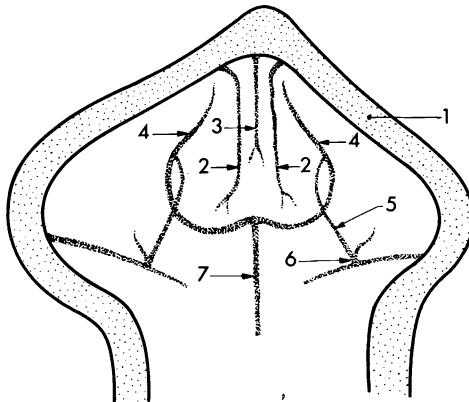


FIG. 3-34. - Artériographie vertébrale. Temps veineux. Incidence de face.

1, sinus latéral ; 2, veines vermiennes inférieures ; 3, veine cérébelleuse pré-centrale ; 4, veine ponto-mésencéphalique postérieure ; 5, veine latéro-mésencéphalique ; 6, veine pétreuse ; 7, veine ponto-mésencéphalique antérieure.

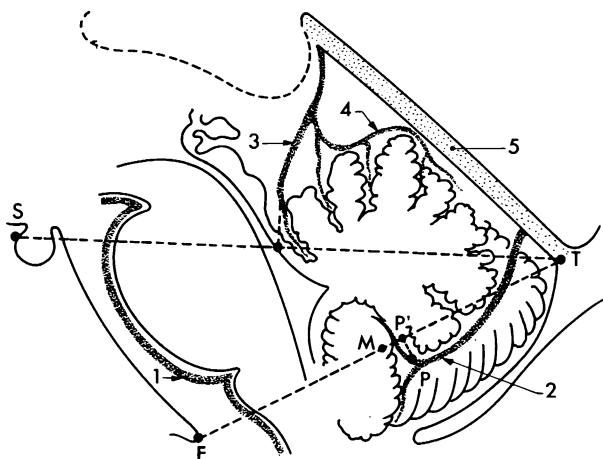


FIG. 3-35. — Artériographie vertébrale. Incidence de profil Temps veineux.

1, veine ponto-mésencéphalique antérieure ; 2, veine vermiennne inférieure. Le point copulaire (P) perpendiculairement abaissé en P' sur la ligne FT est situé à 4 mm en arrière (M) du milieu de FT (Huang) ; 3, veine cérébelleuse pré-centrale. La tangente à cette veine est située au milieu de la ligne de Twining (ST) ; 4, veine vermiennne supérieure ; 5, sinus droit.

B. — INTÉRÊT DIAGNOSTIQUE DES ARTÉRIOGRAPHIES

Le scanner a modifié l'ordre d'utilisation des différents examens neuroradiologiques. Il est *pratiquement toujours réalisé en premier*. L'artériographie demeure cependant très utile en précisant la vascularisation d'une néoformation cérébrale et en mettant en évidence ses rapports avec les vaisseaux intra-crâniens.

Elle a conservé toute sa valeur dans la pathologie vasculaire du cou (territoire où l'angiographie digitalisée prend de plus en plus d'importance) et intra-cérébrale ; elle a par contre perdu beaucoup de son intérêt dans les traumatismes crâniens où le scanner l'a pratiquement remplacée.

Il n'y a pratiquement pas de contre-indication absolue à l'artériographie. La seule vraie contre-indication est l'absence de parallélisme entre le risque encouru par le malade subissant l'examen, et le bénéfice pratique qu'il peut éventuellement en retirer.

LA PATHOLOGIE VASCULAIRE INTRA-CÉRÉBRALE

■ *L'artériographie ne montre pas directement* la collection sanguine d'une hémorragie intra-cérébrale ; elle ne montrera que le refoulement des vaisseaux

adjacents. Alors que le scanner visualise directement cette collection sous l'aspect d'une image hyperdense (fig. 3-61).

■ *L'artériographie montre :*

a) *des interruptions des vaisseaux intra-cérébraux* dus à une thrombose ou un embol (fig. 3-36). Elle ne montre cependant pas la zone de ramollissement cérébral visualisée par le scanner sous l'aspect d'une zone hypodense (fig. 3-62).

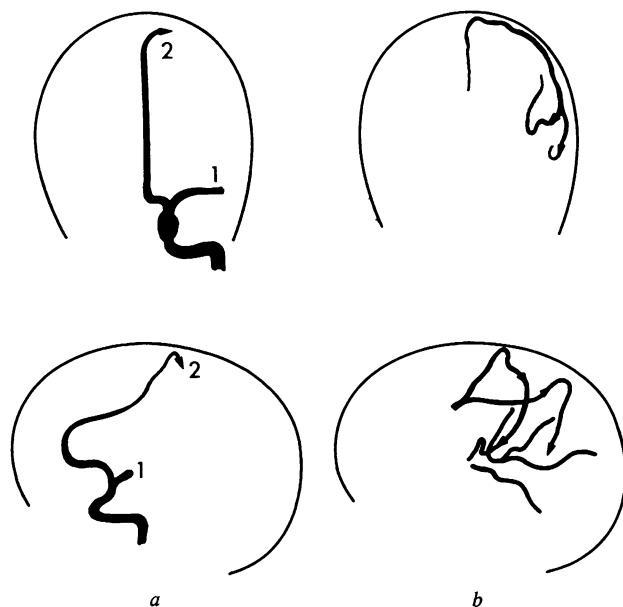


FIG. 3-36. – *Thrombose de l'artère sylvienne.*

a) Artériographie carotidienne. Temps artériel de face et de profil. 1, interruption de l'artère sylvienne ; 2. branches distales de l'artère cérébrale antérieure.

b) A un temps plus tardif : les branches distales de l'artère cérébrale antérieure passant au-dessus de la convexité hémisphérique réopacifient à contre-courant les branches distales de l'artère sylvienne.

b) *les lésions des vaisseaux du cou* peuvent être facilement dépistées grâce à l'angiographie digitalisée ; celle-ci toutefois ne permet actuellement que l'étude des carotides et de leurs bifurcations. Un complément artériographique par voie artérielle est encore souvent nécessaire si une intervention est envisagée.

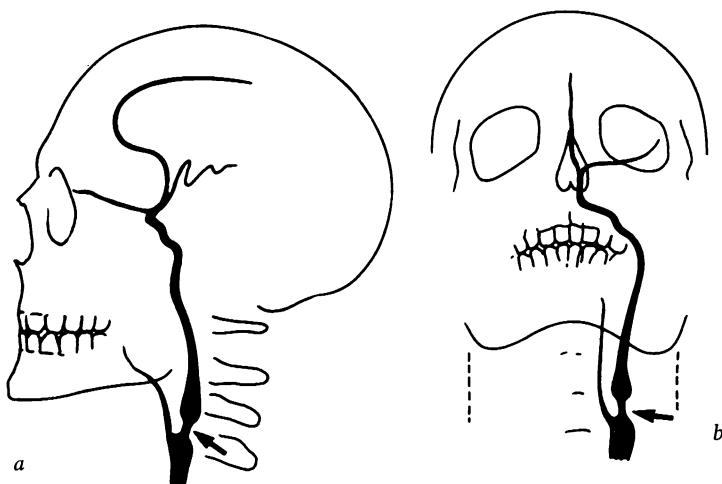


FIG. 3-37. – Sténose de l'origine de l'artère carotide interne au cou.

- a) Sur l'incidence de profil, la sténose de l'artère carotide interne (→) est bien visible.
 b) Une injection complémentaire de face sera toujours réalisée pour apprécier la diminution de calibre de l'artère carotide interne dans ses deux dimensions.

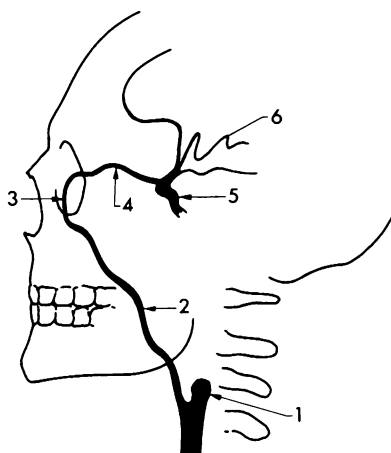
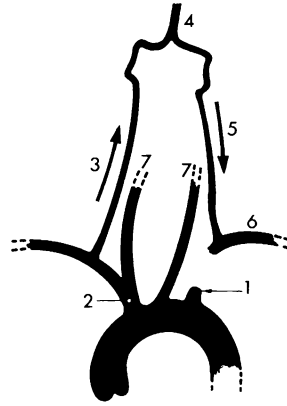


FIG. 3-38. – Thrombose de l'artère carotide interne au cou.

A la suite de la thrombose de la carotide interne (1), l'artère faciale (2), revascularise le siphon carotidien (5) par l'intermédiaire de l'artère angulaire (3) anastomosée avec l'artère ophtalmique (4). Une opacification partielle des artères corticales est obtenue (6). En fait, cette revascularisation par l'intermédiaire de l'artère ophtalmique n'est pas de bon pronostic car elle dénote une impossibilité de revascularisation efficace de l'hémisphère par le côté opposé.

FIG. 3-39
Vol sous-clavier.

L'injection du produit de contraste est réalisée dans la crosse de l'aorte. 1, thrombose de l'artère sous-clavière gauche peu après son origine; 2, tronc artériel brachio-céphalique droit; 3, opacification dans le sens normal de la vertébrale droite; 4, tronc basilaire; 5, opacification dans le sens normal de la vertébrale gauche qui fonctionne, ici, à contre-courant et vole une partie du flux sanguin basilaire pour aller revasculariser partiellement l'artère sous-clavière gauche; 6, artère sous-clavière gauche; 7, carotides primitives.



c) Les anévrismes et angiomes intra-crâniens (fig. 3-40, 3-41).

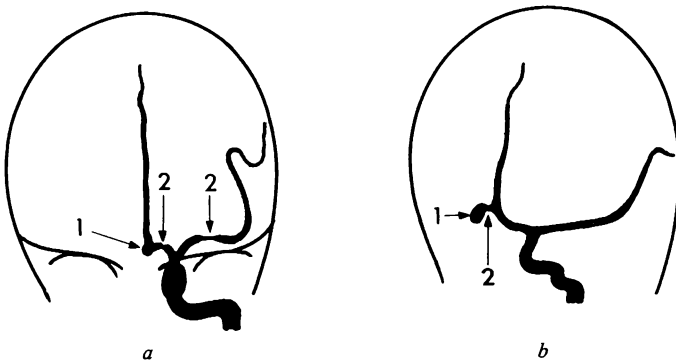


FIG. 3-40. – Anévrisme de l'artère communicante antérieure.

a) Incidence de face. Sur cette incidence, il est difficile d'affirmer la présence d'une malformation vasculaire au niveau de la communicante antérieure (1). On note, toutefois, un aspect spasmé (2) de la cérébrale antérieure et de la sylvienne très évocateur d'un anévrisme à proximité chez ce malade présentant une hémorragie méningée.

b) Incidence complémentaire de 3/4 qui permet de faire la preuve d'un anévrisme (1) et de mettre en évidence son collet (2).

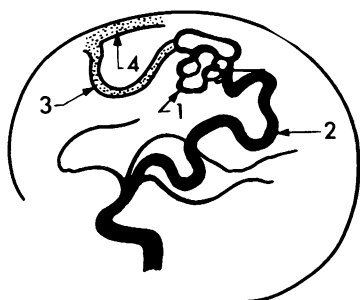


FIG. 3-41.
Angiome cortical.

Artériographie carotidienne de profil. La malformation artério-veineuse (1) est vascularisée par une branche corticale très volumineuse (2) et se draine très rapidement par une veine corticale (3) dans le sinus longitudinal supérieur (4).

d) **les tumeurs intra-crâniennes.** Une lésion tumorale entraîne habituellement des déformations et des refoulements des vaisseaux permettant de localiser le siège du syndrome expansif intra-crânien.

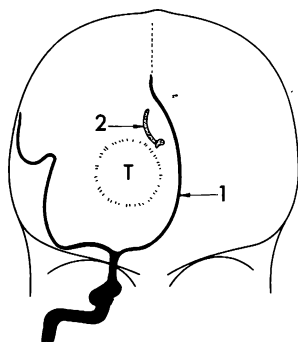


FIG. 3-42.

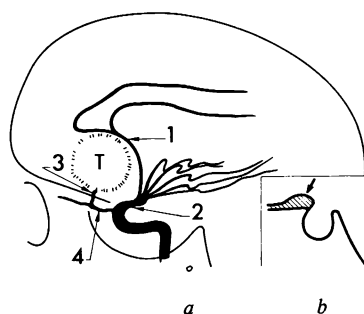


FIG. 3-43

FIG. 3-42. - *Tumeur frontale.*

Incidence de face. La tumeur (T) refoule d'une façon caractéristique l'artère péricalluse (1) qui prend un aspect arrondi sur l'incidence de face. La veine thalamo-striée et la veine cérébrale interne (2) ne sont pratiquement pas refoulées vers le côté opposé en raison de la topographie antérieure de la lésion.

FIG. 3-43. - *Tumeur sous-frontale (méningiome).*

a) Incidence de profil. La tumeur (T) refoule vers le haut l'artère cérébrale antérieure (1), abaisse le siphon carotidien (2) et s'opacifie par une artère ethmoïdale (3), branche de l'artère ophtalmique (4). Cette artère ethmoïdale fournit la vascularisation méningée de la région du jugum où s'insère la tumeur.

b) Schéma d'une tomographie du jugum du même malade montrant de profil un épaissement et une condensation au niveau de la zone d'insertion de la tumeur (→).

Parfois, une vascularisation anormale intra-tumorale est visible, celle-ci pouvant provenir du système carotidien interne, externe ou vertébral ou de plusieurs systèmes à la fois.

Les *méningiomes*, tumeurs bénignes fréquentes, seront opacifiées par l'artère vascularisant la méninge où ils s'insèrent ; la vascularisation de la dure-mère de la convexité est assurée essentiellement par la carotide externe et c'est un des types de tumeurs où l'injection sélective de ses branches est particulièrement utile (fig. 3-31 b). L'hypervascularisation du méningiome est habituellement modérée, diffuse, d'apparition tardive, persistant au temps veineux.

Une tumeur avec une néo-vascularisation anarchique évoque un *glioblastome* (tumeur maligne d'évolution habituellement rapide). Une métastase est souvent le siège d'une hypervascularisation modérée, diffuse, apparaissant aux temps intermédiaires ; il existe fréquemment plusieurs foyers.

IV. – ENCÉPHALOGRAPHIE GAZEUSE ET VENTRICULOGRAPHIE

■ *L'encéphalographie gazeuse* consiste à injecter de l'air par voie lombaire dans les espaces sous-arachnoïdiens.

Sur le malade assis, l'air monte dans les espaces périmédullaires, dans la grande citerne et pénètre dans le système ventriculaire par le trou de Magendie du quatrième ventricule ; l'air remplit également les espaces sous-arachnoïdiens (cisternes) situés autour du névraxe et dessine celui-ci par contraste.

L'encéphalographie gazeuse fractionnée permet un remplissage partiel des ventricules cérébraux et des cisternes sous-arachnoïdiennes que l'on étudie en modifiant la position de la tête du malade (chaise tournante), ce qui entraîne une mobilisation de l'air dans les différentes portions des systèmes ventriculaires et cisternal et permet une étude précise et leur éventuel déplacement ou déformation par un processus pathologique.

L'encéphalographie gazeuse est un examen assez dangereux chez un malade présentant une hypertension intra-crânienne en raison des risques d'engagement des amygdales cérébelleuses. Elle est de plus assez douloureuse et mal supportée par certains patients. Elle est pour cette raison réalisée sous anesthésie générale.

Actuellement, cet examen est pratiquement totalement abandonné car le scanner apporte des renseignements identiques. L'encéphalographie gazeuse demeure cependant utilisée dans certains cas de lésions de la région sellaire (fig. 3-44) ou, associée à des tomographies en balayage complexe elle est d'une remarquable précision sur les limites et rapports tumoraux (fig. 3-45).

■ *La ventriculographie.* – Elle consiste à introduire un produit de contraste (produit iodé hydrosoluble le plus souvent) dans le système ventriculaire après ponction de la corne frontale. Cet examen apparemment traumatisant se complique rarement. Il demeure intéressant, malgré le scanner, pour analyser

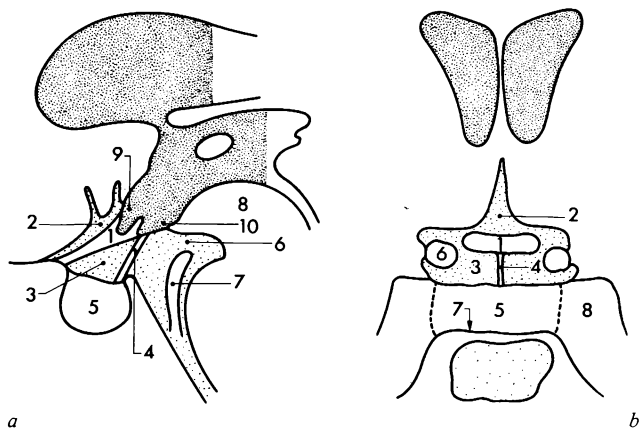


FIG. 3-44. – Tomographies de la citerne opto-chiasmatique.

Ces tomographies sont réalisées, le malade étant couché sur le dos. Ces tomographies représentent une des meilleures utilisations de l'encéphalographie gazeuse en pathologie neurologique.

a) Incidence de profil. Le chiasma cerné par les citernes sus et sous-chiasmatiques est habituellement bien vu. Chiasma (1), citerne sus-chiasmatique (2), citerne sous-chiasmatique (3), tige pituitaire (4), contenu de la selle turcique (5), citerne interpédonculaire (6), tronc basilaire (7), pédoncule (8), récessus optique du troisième ventricule (9), récessus infundibulaire du troisième ventricule (10).

b) Tomographies de face. Chiasma optique (1), citerne sus-chiasmatique (2), citerne sous-chiasmatique (3), tige pituitaire (4), contenu de la selle turcique (5), opacité du siphon carotidien (6), plancher de la selle turcique (7), opacité du sinus caverneux (8).

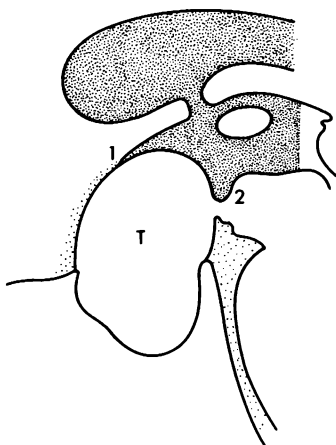


FIG. 3-45.

Tumeur de l'hypophyse (adénome).

Encéphalographie gazeuse.

Tomographies de profil. La tumeur (T) agrandit la selle turcique et se développe dans la région supra-sellaire. Elle refoule et écarte le récessus optique (1) du récessus infundibulaire (2) du troisième ventricule. La tumeur est bien délimitée par l'air des citernes qui l'entourent. Comparer avec la figure 3-44.

certaines tumeurs intra-ventriculaires, pour affirmer certaines sténoses de l'aqueduc de Sylvius ; dans les tumeurs de la fosse postérieure elle est parfois réalisée immédiatement avant l'intervention lorsqu'un envahissement du plancher du quatrième ventricule est discuté.

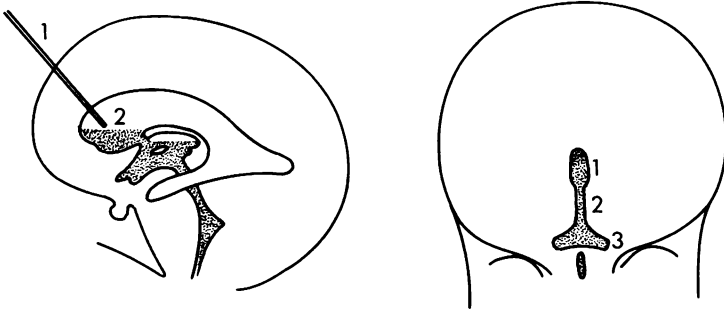


FIG. 3-46. – Ventriculographie.

a) Le produit de contraste est introduit dans le ventricule par ponction de la corne frontale (2) à l'aide d'un trocart (1). Le produit de contraste peut être du lipiodol, un contraste iodé hydrosoluble ou de l'air. Lorsqu'il s'agit de lipiodol, la ponction est habituellement réalisée en position assise. Pour le contraste hydrosoluble, le malade est en décubitus dorsal. Le produit de contraste s'écoule de la corne frontale dans le troisième ventricule, l'aqueduc de Sylvius et le quatrième ventricule.

b) Même examen. Incidence de face. Les cavités ventriculaires sont facilement reconnues et situées sur la ligne médiane. Troisième ventricule (1), aqueduc de Sylvius (2), quatrième ventricule (3).

V. – LE SCANNER INTRA-CRÂNIEN

■ **Généralités** (fig. 3-47 à 3-50). – Le scanner permet de visualiser les structures intra-crâniennes sans introduction de produit de contraste à l'intérieur de celle-ci.

Des coupes (de 9 mm d'épaisseur habituellement) sont réalisées et permettent d'apprécier : la taille, la position des ventricules cérébraux ainsi que la densité cérébrale et ses modifications par un processus pathologique éventuel.

Une *injection de produit de contraste* iodé par voie *intra-veineuse*, est souvent réalisée ; celle-ci permet d'étudier les modifications de la barrière hémato-encéphalique dont la rupture par un processus pathologique entraînera la visualisation du produit de contraste dans cette zone.

■ **Les traumatismes crâniens** (voir conduite à tenir page 210). – Le scanner est dans ces cas d'une *importance exceptionnelle*, car il montre (sans injection de produit de contraste) les collections sanguines extra-cérébrales et les zones de contusions cérébrales. Il est parfois difficile de voir une collection sanguine

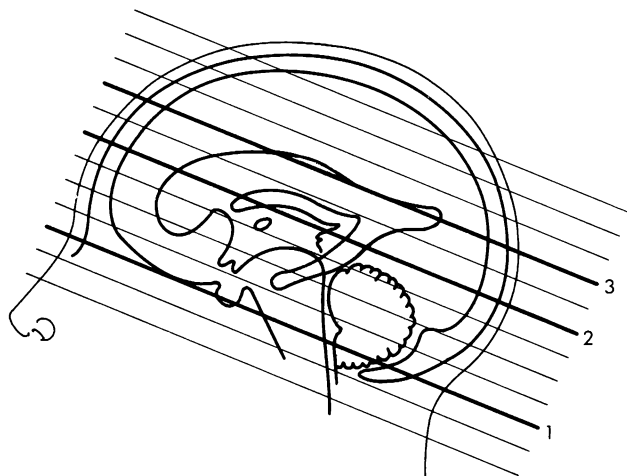


FIG. 3-47. – Principales coupes réalisées en tomodensitomètre crânienne.

Les plans de coupe réalisés sont habituellement parallèles au plan-orbito-méatal (voir fig. 3-3).

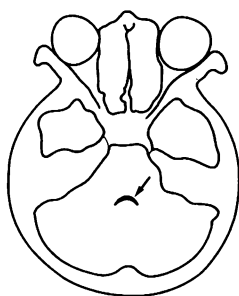


FIG. 3-48.

Plan 1 de la fig. 3-47.
quatrième ventricule (→)

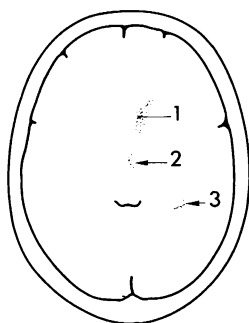


FIG. 3-49

Plan 2 de la fig. 3-47.
1: cornes frontales,
2: troisième ventricule,
3: cornes temporales.

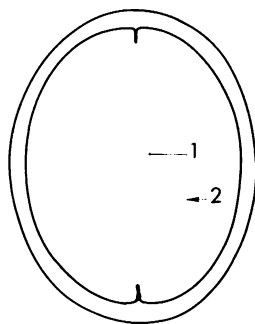


FIG. 3-50

Plan 3 de la fig. 3-47.
1: corps ventriculaire,
2: glomus des plexus
choroïdes.

ancienne dont la densité est passée d'une hyper-densité à une iso-densité avant de devenir hypodense.

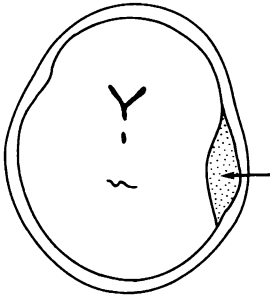


FIG. 3-51.
Hématome extra-dural.

Visualisation directe de la collection sanguine extra-cérébrale (↗) aspect de lentille biconvexe.

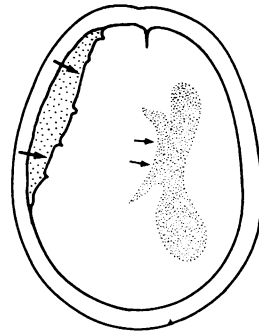


FIG. 3-52.
Hématome sous-dural.

La collection sanguine (↗) refoule le parenchyme cérébral et les cavités ventriculaires. (↗)

■ **Les hydrocéphalies et les atrophies cérébrales.** – La taille des ventricules et l'atrophie des structures cérébrales, sont visualisées sans moyen de contraste. L'examen peut être renouvelé pour juger de l'efficacité de la thérapeutique sur la taille des ventricules.

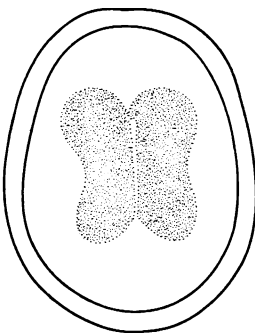


FIG. 3-53.
Hydrocéphalie.

Volumineuse augmentation de la taille des cavités ventriculaires.

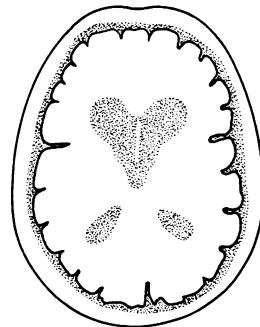


FIG. 3-54.

Atrophie corticale, avec augmentation de la largeur des sillons corticaux et dilatation ventriculaire.

■ **Le dépistage des tumeurs intra-crâniennes.** – Le scanner montre la zone pathologique sous l'aspect d'une modification de la densité cérébrale associée ou non à un déplacement des structures ventriculaires. L'injection d'un produit de contraste par voie intraveineuse met en évidence la rupture localisée de la barrière hémato-encéphalique avec fixation du contraste dans une partie ou la totalité de la tumeur.

Un œdème péritumoral hypodense est fréquemment observé. L'aspect n'est souvent pas spécifique et une artériographie complémentaire est fréquemment réalisée.

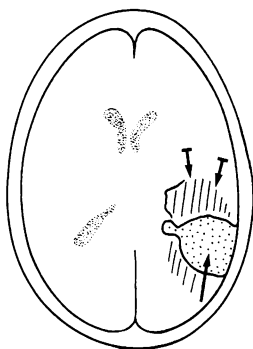


FIG. 3-55

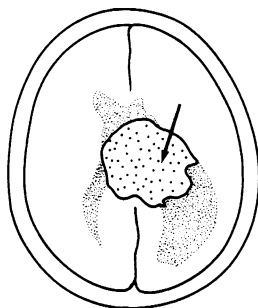


FIG. 3-56

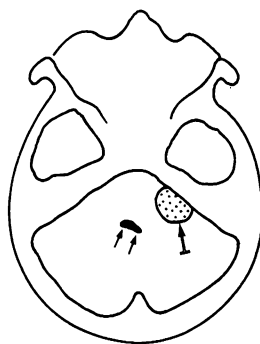


FIG. 3-57

FIG. 3-55. – *Tumeur pariéto-occipitale.*

Coupe après injection intra-veineuse de contraste. Fixation du contraste au niveau tumoral (↗). Œdème péri-tumoral hypodense (↗).

FIG. 3-56. – *Tumeur intra-ventriculaire (↗), amputant la cavité ventriculaire*

FIG. 3-57. – *Neurinome de l'acoustique. (↘)*

Refoulement du quatrième ventricule (↗ ↘).

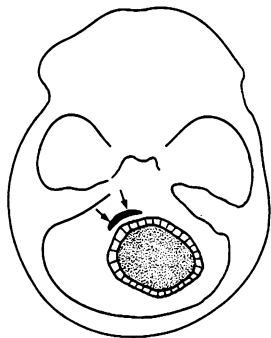


FIG. 3-58

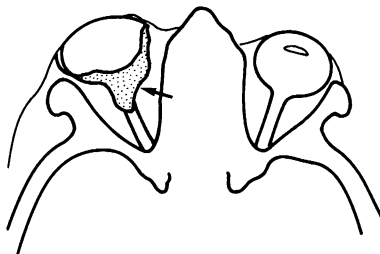


FIG. 3-59

■ **Les abcès intra-cérébraux.** – Le scanner pourra faire le diagnostic et suivre l'évolution (fig. 3-60).

■ **La pathologie vasculaire intra-cérébrale.** – Les hémorragies intra-cérébrales seront directement visualisées sous l'aspect d'une zone hyperdense. Les ramollissements intra-cérébraux se présentent sous l'aspect d'une zone hypodense (fig. 3-61, 62).

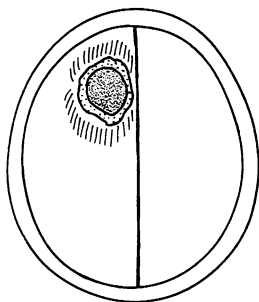


FIG. 3-60.
Abcès intra-cérébral.

Hypodensité entourée d'une couronne hyperdense après injection de contraste. Oedème hypodense autour de la lésion.

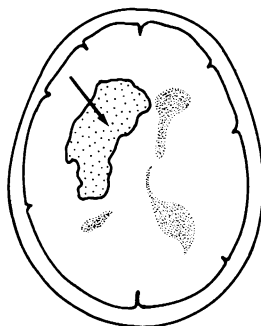


FIG. 3-61.
Hémorragie intra-cérébrale. (↗).
Zone hyperdense.

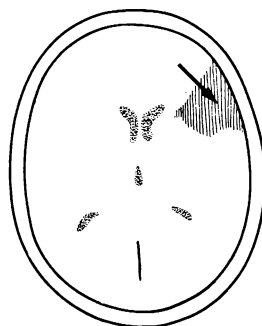


FIG. 3-62.
Ramollissement intra-cérébral.
Zone hypodense (↗).

FIG. 3-58.

Tumeur de la fosse postérieure.

Tumeur hypodense avec zone périphérique hyperdense après injection intra-veineuse de contraste. Refoulement du quatrième ventricule (↗↗).

FIG. 3-59.

Tumeur du nerf optique (↖), avec extension au globe oculaire.

VI. – LES EXPLORATIONS RACHIDIENNES

A. – LES LÉSIONS OSSEUSES

Les signes radiologiques et les techniques d'exploration des lésions des corps vertébraux ont été étudiés au chapitre « os ». Ces lésions n'entraînent habituellement une exploration neuro-radiologique spécialisée que lorsque leur extension ou la fragilisation secondaire des vertèbres provoquent des signes de compression médullaire ou radriculaire.

■ *Les métastases* représentent une des lésions les plus fréquentes ; elles atteignent habituellement le pédicule vertébral qui disparaît sur le cliché de face (fig. 3-66), s'accompagnent d'une déminéralisation et compriment le névraxe par l'épidurite métastatique qui s'y associe.

■ *L'angiome vertébral*, avec son aspect grillagé caractéristique, pourra également entraîner, outre des douleurs, des signes de compression médullaire par expansion angiomateuse intrarachidienne et plus rarement par un angiome médullaire associé.

■ *Les remaniements des corps vertébraux, secondaires à une lésion intrarachidienne*, seront des signes de présomption très importants à rechercher systématiquement : agrandissement d'un trou de conjugaison cervical par un neurinome en sablier, érosion de la face postérieure des corps vertébraux de profil ou élargissement de la distance interpédiculaire de face par une tumeur ou un kyste syringomyélique intrarachidien.

■ *La charnière craniale-rachidienne*. – L'anomalie la plus simple et la plus fréquente est l'impression basilaire où l'axis remonte nettement au-dessus de la ligne de Chamberlain sur les clichés de profil de la base du crâne ou de la ligne de Fischgold-Metzger de face. De nombreuses autres malformations ont pu être décrites ; elle doivent toujours faire évoquer une anomalie sous-jacente du névraxe du type malformation de Chiari avec descente au minimum des amygdales cérébelleuses à travers le trou occipital ; cette anomalie est responsable parfois de troubles neurologiques graves par la gêne à l'écoulement du liquide céphalo-rachidien qu'elle entraîne et par le développement d'un kyste syringomyélique sous-jacent (fig. 3-69).

B. – LES MYELOGRAPHIES ET LES RADICULOGRAPHIES

■ *La myélographie opaque*. – Le produit de contraste actuellement utilisé est un contraste iodé, hydro-soluble, spontanément résorbable : le Métrizamide

Amipaque. Ce produit peut être utilisé sur toute la longueur du canal rachidien, contrairement aux précédents produits hydrosolubles dont la toxicité pour la moelle limitait leur usage à l'étude du cul-de-sac dural.

Il est introduit par ponction lombaire pour l'étude des régions dorsales et lombaires ; pour la région cervicale il est habituellement introduit par ponction latéro-cervicale entre C1 et C2 sur un malade en procubitus.

La fluidité du produit nécessite une mobilisation douce et prudente du patient. En cas d'obstacle complet il sera parfois nécessaire d'en cerner les pôles supérieurs et inférieurs par la réalisation de deux ponctions : lombaire et cervicale.

Cet examen permet d'obtenir une bonne image de la moelle sur toute son étendue et des racines nerveuses.

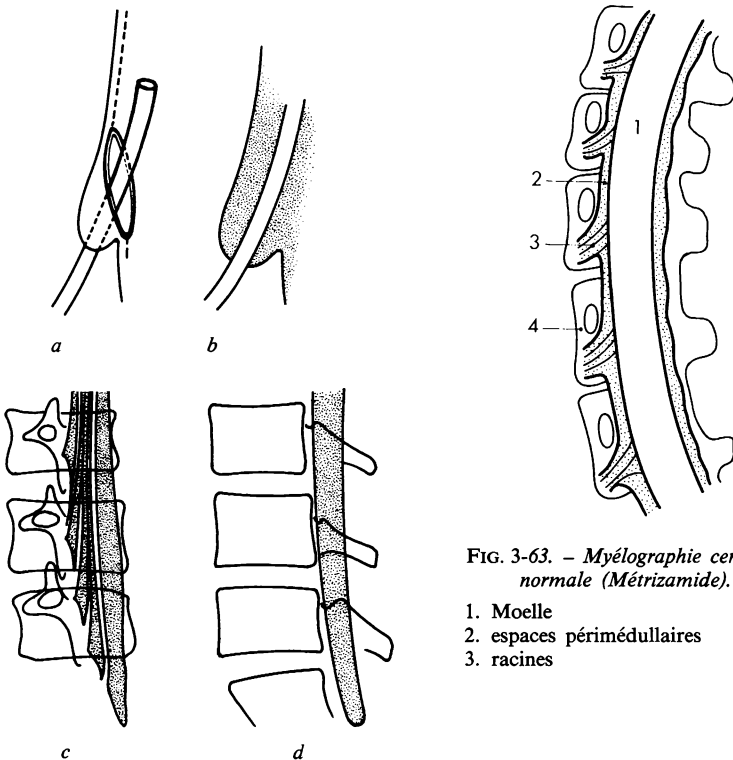


FIG. 3-63. — Myélographie cervicale normale (Métrizamide).

1. Moelle
2. espaces pérимédullaires
3. racines

FIG. 3-64. — Myéloradiculographie lombaire (Métrizamide)

- a) Schéma de l'émergence d'une racine entourée de son cul-de-sac.
- b) Image radiologique de la même racine qui apparaît sous la forme d'une ligne claire entourée par le produit de contraste.
- c) Incidence de 3/4 droit permettant d'étaler les racines droites.
- d) Incidence de profil.

Il est devenu l'examen de base de l'exploration du canal rachidien et a remplacé le lipiodol bien toléré mais non résorbable qui ne donnait pas d'image des contours de la moelle (fig. 3-65 et 3-66).

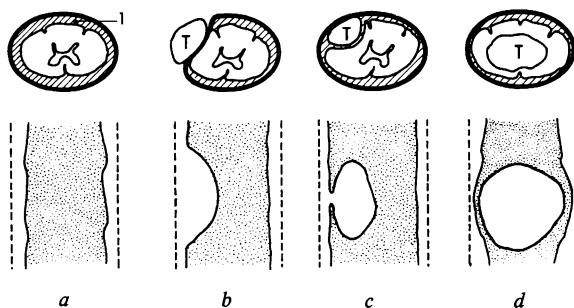


FIG. 3-65. — Myélographie (lipiodol).
Pathologie tumorale.

- a) Aspect normal. 1, lipiodol dans l'espace sous-arachnoïdien péri-médullaire.
- b) Tumeur extra-durale. On notera l'image de compression de la colonne opaque avec raccordement de la zone pathologique à la zone saine par des angles obtus.
- c) Tumeur intra-durale, extra-médullaire, on notera cette fois le raccordement de la zone pathologique avec la zone saine formant un angle aigu très évocateur d'une lésion intra-durale.
- d) Tumeur intra-médullaire. L'aspect d'élargissement de la colonne opaque est caractéristique avec amincissement de part et d'autre de la lésion tumorale.

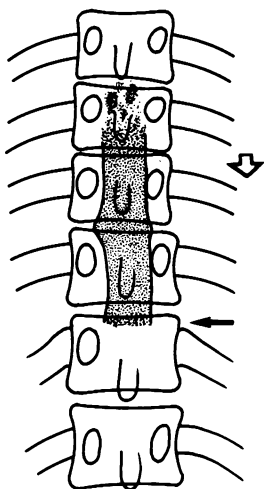


FIG. 3-66. — Myélographie opaque (lipiodol) réalisée en urgence pour paralysie brutale. Le lipiodol a été introduit par voie sous-occipitale, sa progression est complètement stoppée en regard d'un corps vertébral. On notera la disparition d'un pédicule de ce corps cérébral très évocateur d'une lésion métastatique avec épidurite comprimant le contenu rachidien. La flèche (⇩) indique le sens de basculement du lipiodol. La flèche (←) correspond à un repère fait sur la peau en vue de localiser la lésion pour l'intervention réalisée en urgence.

La myélographie opaque (Amipaque*) utilisée en pathologie tumorale (fig. 3-67) sera également utilisée pour mettre en évidence les vaisseaux de drainage d'une malformation artério-veineuse de la moelle (fig. 3-71), non vus par la myélographie gazeuse.

Au niveau lombaire, elle dépiste un grand nombre de hernies discales (fig. 3-68) bien que sa précision soit peut-être moins bonne dans les hernies latérales et en L5-S1 en raison de l'épaisseur de l'espace épidual à ce niveau.

L'examen est habituellement réalisé en position assise pour l'étude de la région lombaire : le patient pourra être basculé en fin d'examen pour mobiliser le produit de contraste et vérifier l'intégrité du cône terminal médullaire.

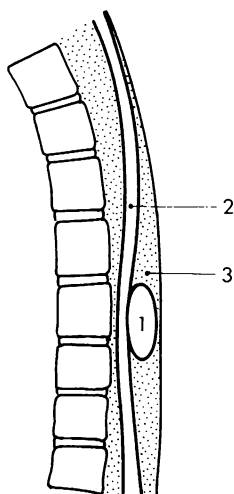


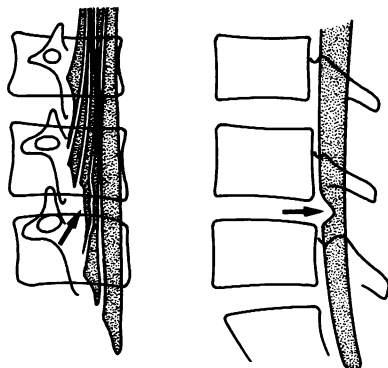
FIG. 3-67. - *Tumeur dorsale (Ménigiome) Myélographie opaque (Métrizamide) profil*

1. Ménigiome. Tumeur intradurale et extra-médullaire.
2. Moelle refoulée vers l'avant par la tumeur.
3. Espaces pérимédullaires.

FIG. 3-68. - *Radiculographie. Hernie discale L4-L5 latéralisée du côté droit.*

a) Incidence de 3/4 : la racine L5 (→) apparaît interrompue et a un aspect élargi, étalé en regard de la hernie.

b) De profil : encoche sur la paroi antérieure du cul-de-sac dural en regard du disque L4-L5 (→).



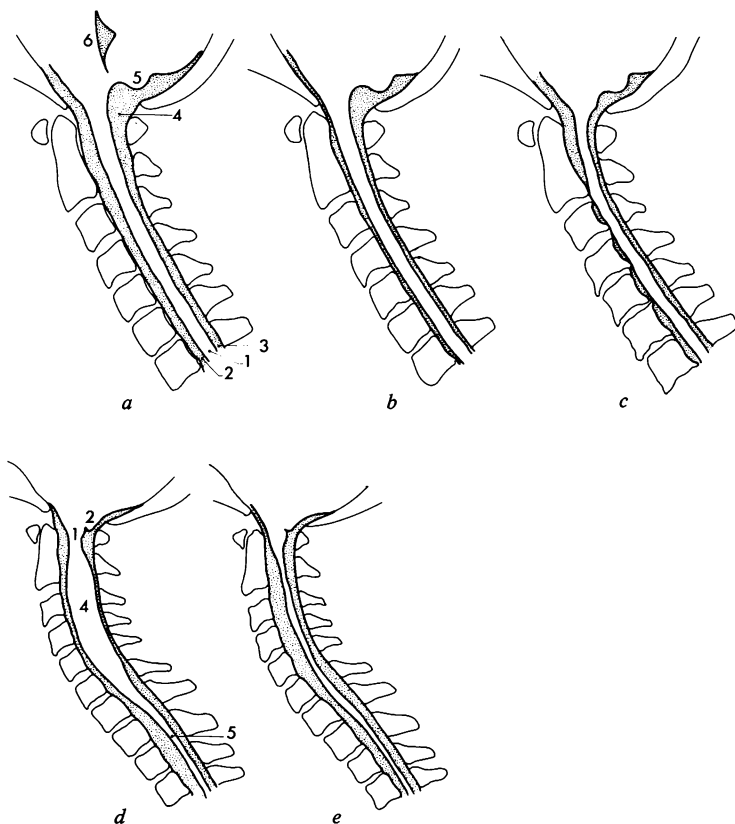


FIG. 3-69

a) *Myélographie gazeuse normale. Région cervicale.* Tomographie de profil. La moelle épinière (1) est bien vue entourée par l'air situé dans l'espace prémédullaire (2) et l'espace rétro-médullaire (3). La grande citerne (4) est de capacité normale dessinant l'amygdale (5). Une opacification du quatrième ventricule (6) est également obtenue.

b) *Canal étroit.* La moelle épinière apparaît à l'étroit dans ce canal. Les espaces pré-et rétro-médullaires sont très diminués de largeur. On n'observe pas cependant de lésion importante de type ostéophytique au niveau des disques inter-vertébraux.

c) *Importante ostéophytose entraînant un rétrécissement du canal et une compression de la moelle épinière.*

d) *Kyste syringomyélique avec malformation nerveuse de Chiari.* Il existe une descente du bulbe rachidien (1) et de l'amygdale (2) qui apparaît aplatie contre le bulbe. La grande citerne apparaît comprimée. Il existe un kyste syringomyélique (4) avec une atrophie médullaire sous-jacente (5).

e) *Même malade.* Au cours de la myélographie gazeuse, le kyste syringomyélique s'est vidé. Aspect de la moelle après vidange du kyste.

■ **La myélographie gazeuse** (fig. 3-69), consiste à remplacer le liquide céphalo-rachidien des espaces péri-médullaires par de l'air. Cet examen est réalisé habituellement sur un malade en décubitus latéral. Une ponction lombaire et une ponction sous-occipitale sont pratiquées puis le liquide des espaces péri-médullaires est évacué par l'aiguille sous-occipitale tandis que l'on injecte de l'air par voie lombaire. Lorsque l'air ressort en sous-occipital, des tomographies sont pratiquées et permettent d'obtenir l'image de la moelle et ses rapports avec le canal rachidien.

Ses avantages sont : la qualité des images de la moelle ; la possibilité de mieux comprendre les mécanismes de compression de la moelle ; la résorption de l'air après l'examen ne laissant pas de corps étranger intrarachidien.

Elle permet enfin une excellente étude de la charnière cervico-occipitale et de la dynamique des kystes syringomyéliques.

Ses inconvénients sont : le caractère long, pénible et douloureux de cet examen et de ses suites (dans beaucoup de centres, l'examen est pratiqué sous anesthésie générale) ; son incapacité à mettre en évidence les vaisseaux dilatés des angiomes médullaires, qui représente une des lacunes majeures de l'examen. Le scanner rachidien et la myélographie aux contrastes opaques hydrosolubles en a considérablement réduit les indications.

■ **Les techniques angiographiques.**

a) **L'artériographie médullaire**, consiste à cathétériser sélectivement chaque artère susceptible de donner naissance à une artère radiculo-médullaire (fig. 3-70).

La moelle épinière présente un axe artériel longitudinal médian antérieur vascularisant la portion motrice antérieure et deux axes postérieurs longitudinaux paramédians.

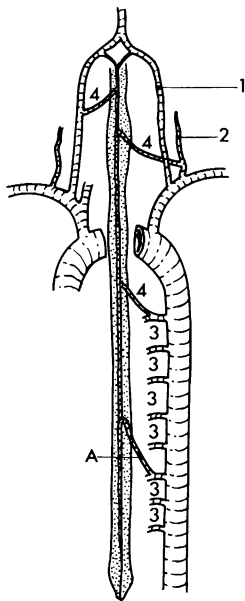


FIG. 3-70. – Artériographie médullaire. Schéma de la vascularisation de la voie spinale antérieure.

L'artériographie médullaire consiste à cathétériser les différentes artères susceptibles de fournir une branche participant à la vascularisation médullaire. Au niveau cervical, il faut cathétériser de chaque côté l'artère vertébrale (1) et l'artère cervicale profonde (2), au niveau thoracique et lombaire, il est nécessaire de cathétériser sélectivement chaque artère intercostale de chaque côté (3). Lorsqu'il existe une artère radiculo-médullaire, celle-ci s'opacifie (4) et rejoint l'axe spinal antérieur qui forme une voie continue sur toute la longueur de la face antérieure de la moelle. L'artère radiculo-médullaire du segment dorso-lombaire de la moelle est la plus volumineuse, elle est habituellement appelée artère d'Adamkiewicz (A).

Cet examen n'est pas sans danger et nécessite un radiologiste entraîné aidé d'une équipe qualifiée. Lorsque ces deux conditions sont remplies, le pourcentage des complications n'est pas plus élevé que celui de l'angiographie cérébrale.

Sa principale indication est le diagnostic des angiomes médullaires où il est indispensable pour leur reconnaissance et la mise en évidence des pédicules en vue d'une intervention chirurgicale (fig. 3-71) ou d'une embolisation thérapeutique. Depuis l'utilisation des contrastes opaques hydrosolubles, il ne semble plus justifié de proposer une angiographie médullaire pour rechercher un angiome si la myélographie ne montre pas de vaisseaux intra-rachidiens anormalement dilatés.

Elle sera également utile dans les tumeurs, pour mettre en évidence le caractère hypervasculaire d'une lésion et pour une éventuelle embolisation pré-opératoire ; elle permettra en outre de situer la lésion par rapport aux artères vascularisant la moelle.

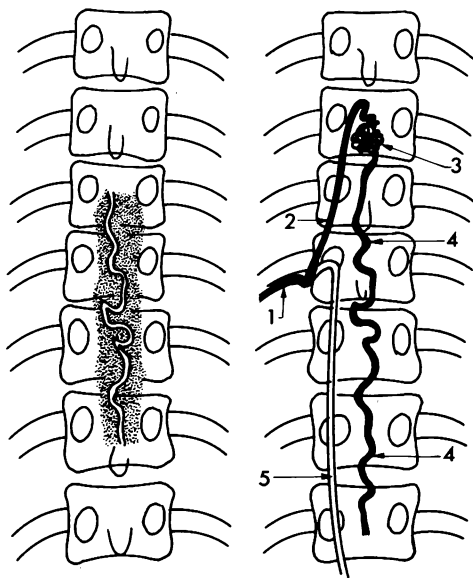


FIG. 3-71. — Malformation artério-veineuse de la moelle épinière.

a) Myélographie opaque montrant des vaisseaux anormalement dilatés se dessinant sur l'opacité du produit de contraste.

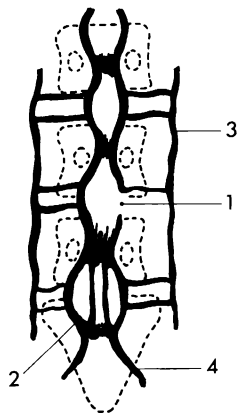
b) Artériographie médullaire. Cathétérisme d'une artère intercostale (1). Celle-ci donne naissance à l'artère radiculo-médullaire dorso-lombaire (artère d'Adamkiewicz) qui est très dilatée (2) et aboutit à un angiome de petit volume (3) avec de volumineuses veines de drainage (4). Il est à noter que les vaisseaux observés correspondent habituellement aux veines de drainage de l'angiome et non pas à l'angiome lui-même. Cathéter (5).

b) **La phlébographie rachidienne.** – Elle consiste à opacifier les veines situées dans l'espace épidural du canal rachidien et à étudier leur modification par les processus pathologiques adjacents. Elle est réalisée par cathétérisme des veines lombaires ascendantes et sacré-latérales pour le niveau lombaire et des veines vertébrales pour le niveau cervical. Elle est très précise dans le diagnostic des hernies discales notamment pour les hernies latérales en L5-S1.

FIG. 3-72. – *Phlébographie rachidienne.*

Hernie discale L4-L5.

- 1. : interruption des veines épidurales
- 2. : aspect normal des veines épidurales L5-S1
- 3. : veine lombaire ascendante
- 4. : veine sacrée latérale.



C. – LE SCANNER RACHIDIEN

Cette technique donne une très bonne image du canal rachidien par coupes successives. L'étude du contenu du canal peut être améliorée par l'injection d'une petite quantité de métrizamide (*Amipaque*) (ou en réalisant l'examen après une myélographie opaque) (fig. 3-73 et 3-74).

Cet examen apporte une dimension supplémentaire d'étude, mais nécessite, dans certains cas, de confronter ses résultats avec ceux des autres techniques d'exploration.

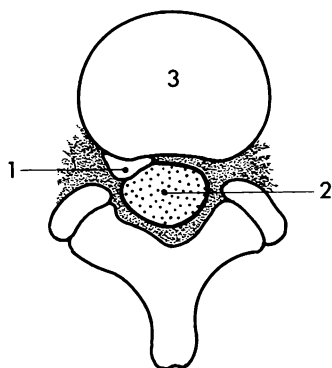


FIG. 3-73

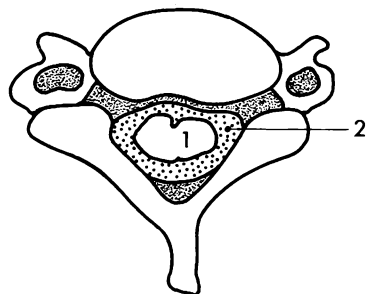


FIG. 3-74

FIG. 3-73. – *Scanner lombaire.*

1. Hernie discale. 2. Fourreau dural. 3. Disque intervertébral.

FIG. 3-74. – *Scanner cervical après injection de métrizamide (Amipaque)*

1. Moelle cervicale. 2. Métrizamide intra-arachnoïdien.

VII. – CONDUITE PRATIQUE DEVANT...

■ **Un traumatisme crânien.** – L'attitude radiologique est dictée par l'« état du malade ». Il est inutile de pratiquer des radiographies du crâne pour un *traumatisme superficiel minime*.

Un traumatisme léger, sans perte de connaissance, est exploré par des clichés standard : face, profil et Worms (fig. 3-17 à 3-19). L'existence d'une fracture incitera à une surveillance encore plus attentive du traumatisé dans les heures suivantes. En l'absence de fracture, la surveillance clinique sera identique. Il est inutile de pratiquer de mauvais clichés dans de mauvaises conditions en urgence chez un malade agité, pour rechercher une hypothétique fracture dans la mesure où la surveillance clinique est identique. Les clichés seront alors réalisés quelques heures plus tard.

Un traumatisé comateux pose un problème difficile qui, depuis l'utilisation du scanner, s'est néanmoins simplifié. Les comas d'emblée correspondent fréquemment à des contusions cérébrales non chirurgicales ; les zones de

contusions seront bien vues au scanner ainsi que les hémorragies intracérébrales, voire leur migration intra-ventriculaire.

Un traumatisé ayant présenté une perte de connaissance après un court intervalle libre est suspect d'*hématome extra-dural* et doit être adressé de toute urgence sur un service spécialisé, où sera habituellement réalisé un scanner avant l'intervention (fig. 3-51).

Un sujet présentant des troubles neurologiques survenant plusieurs jours voire semaines après un traumatisme crânien parfois mineur, est peut-être porteur d'un *hématome sous-dural* et doit être adressé également en service spécialisé pour examen au scanner et intervention en cas d'hématome (fig. 3-52).

Actuellement les indications du scanner sont de plus en plus larges en matière de traumatisme crânien, car *la gravité d'un traumatisme n'est pas liée à l'existence ou non d'un trait de fracture, mais au retentissement du traumatisme sur l'encéphale.*

Les fractures du rocher suspectées sur un écoulement de sang ou de LCR par l'oreille, une paralysie faciale ou une surdité.

Ces fractures ne posent pas un problème d'exploration radiologique en urgence ; elles seront le plus souvent recherchées dans un deuxième temps, soit par balayage discontinu, qui consiste à réaliser une série de clichés du rocher avec différents degrés de rotation de la tête pour tenter de mettre le rayon incident tangent au trait de fracture soit par des tomographies en séries.

Les fistules méningées : immédiatement ou peu après un traumatisme crânien, un écoulement de LCR par l'oreille ou par le nez peut apparaître ; il est toujours en rapport avec une brèche osseuse de la base du crâne associée à une déchirure de la dure-mère faisant communiquer les espaces sous-arachnoïdiens avec les cavités aériennes, entraînant ainsi un risque d'accident infectieux grave.

■ **Une paraplégie.** – Une myélographie opaque est le meilleur examen à pratiquer en urgence devant une paraplégie aiguë car elle montre rapidement le niveau lésionnel en vue d'une opération immédiate (fig. 3-66).

L'utilisation du métrizamide (*Amipaque*) a transformé les explorations intra-rachidiennes en devenant dans ce cas l'examen de base et en supprimant pratiquement totalement la myélographie gazeuse.

Une angiographie médullaire ne semble justifiée, pour chercher un angiome médullaire que lorsque des vaisseaux anormaux sont vus sur la myélographie opaque (fig. 3-71).

■ **Une sciatique.** – Des clichés du rachis lombaire, debout, de face et de profil, centrés sur les disques sont d'abord réalisés. Ceux-ci servent surtout à éliminer une lésion osseuse.

Lorsque le traitement médical n'est pas efficace, un traitement chirurgical ou une nucléolyse (chymopapaïne) peuvent être envisagés.

L'examen radiologique préalable sera suivant les équipes, une radiculographie (fig. 3-68), une phlébographie rachidienne (fig. 3-72) associé ou non à un scanner (fig. 3-73).

■ *Un accident vasculaire cérébral*

a) **La survenue d'un déficit neurologique transitoire** doit évoquer la possibilité d'une lésion athéromateuse au niveau d'un des vaisseaux du cou, habituellement la bifurcation carotidienne, entraînant un souffle et un ralentissement de flux à l'effet Doppler.

Une intervention chirurgicale sur une sténose diagnostiquée (fig. 3-37) peut préserver le malade d'un accident vasculaire grave laissant des séquelles. Une telle intervention ne sera possible qu'après une étude de tous les axes artériels cervico-céphaliques (étude de la gerbe aortique, des vertébrales et des carotides). L'opacification des vaisseaux intra-cérébraux visualisera les lésions pouvant porter sur les gros troncs ou les branches plus distales. L'angiographie numérisée permet actuellement de visualiser les vaisseaux du cou par injection intraveineuse.

b) **Un accident vasculaire constitué** sera d'abord exploré par le scanner ; cet examen montrera la collection intra-cérébrale hyperdense hémorragique, l'hypodensité d'un ramollissement (fig. 3-61 et 3-62).

L'évolution de la lésion sera explorée par des scanners répétés complétés éventuellement par le bilan artériographique.

■ **Une hémorragie méningée.** – Tout malade présentant une hémorragie méningée doit subir une exploration vasculaire complète avec opacification des deux artères carotides internes et des deux vertébrales ; ce bilan sera facilement obtenu en un temps par cathétérisme fémoral.

La découverte d'un anévrisme (fig. 3-40) ne doit pas faire arrêter le bilan car les anévrismes peuvent être multiples. De nombreuses incidences sont parfois nécessaires pour dégager au mieux l'image anévrysmale en vue de l'intervention.

En cas de découverte d'un angiome, une étude précise de tous les pédicules, y compris carotidiens externes, doit être réalisée (fig. 3-41).

Lorsque aucune malformation n'a été découverte, il est recommandé de renouveler le bilan angiographique une ou plusieurs fois ; des malformations momentanément spasmées ou thrombosées ont pu être découvertes lors d'un nouveau bilan.

■ **Une tumeur intracrânienne.** – Devant un syndrome d'hypertension intracrânienne, il est habituel de pratiquer des clichés standard pouvant montrer des modifications non spécifiques (fig. 3-21), et parfois des signes osseux anormaux localisés (fig. 3-22).

En fait, l'examen fondamental est actuellement le scanner qui confirmera l'existence d'une lésion intra-cérébrale. Ses caractéristiques et son retentissement sur les structures ventriculaires (fig. 3-55 à 3-57). L'examen artériographique sera cependant pratiqué dans la majorité des cas pour confirmer le diagnostic et montrer les rapports vasculaires de la lésion et son type de vascularisation (fig. 3-42 et 3-43).

4

POUMONS *

par

A. COUSSEMENT et J.-P. MONNIER

I. – TECHNIQUES

I. – LA RADIOSCOPIE

Son emploi dans le dépistage systématique doit être abandonné. Elle présente en effet de nombreux inconvénients : irradiation excessive, précision insuffisante. Cependant, elle permet l'étude de la cinétique thoracique. Lorsque l'on utilise un appareil radioscopique conventionnel, il faut toujours observer une période d'adaptation à l'obscurité, de plusieurs minutes, diaphragmer au maximum et déplacer le faisceau de rayons X pour examiner successivement les différentes parties du poumon.

Actuellement, l'amplificateur de brillance permet, d'une part, de réduire l'irradiation et, d'autre part, l'observation en plein jour de l'image télévisée.

II. – LA RADIOGRAPHIE STANDARD

C'est l'examen radiologique de base.

■ *Le cliché de face* est réalisé en incidence postéro-antérieure, en inspiration forcée, c'est-à-dire le patient ayant la face antérieure du thorax appuyée contre la cassette contenant le film radiographique.

Sur un cliché de face, la moitié de la surface des champs pulmonaires est cachée derrière une autre structure (les côtes, le médiastin, les coupoles diaphragmatiques).

Deux techniques sont couramment utilisées : haute tension, basse tension.

– La technique en *basse tension* donne une image très contrastée où la superposition des os et des parties molles de la cage thoracique peut gêner.

– Les clichés en *haute tension* donnent des images de contraste modéré, mais de bonne qualité, quelle que soit l'épaisseur de la région traversée et l'importance des superpositions musculaires. De plus, la haute tension a l'intérêt de pénétrer le médiastin et de mieux montrer la trachée et les

* Ce chapitre s'est largement inspiré de l'ouvrage de J. Rémy, R. Capdeville et A. Coussement, *Le poumon pathologique*. A. Coussement Ed., Nice.

bronches-souches, et, d'autre part, les régions du parenchyme pulmonaire situées dans le cul-de-sac costo-diaphragmatique postérieur, et en arrière du cœur.

N.B. : Les clichés réalisés au lit ou sur brancard sont réalisés en dos plaque (incidence antéro-postérieure). Dans cette position, le volume du cœur paraît plus important et les côtes plus horizontales.

■ **Le cliché de profil.** – Il est souvent pratiqué en complément du cliché de face. Il superpose les deux poumons ; il est donc inutile de demander systématiquement les deux profils. Rappelons que plus une structure est proche du film, plus elle est nette et moins elle subit d'agrandissement.

■ **Les incidences complémentaires.**

a) **Les clichés en oblique** parfois intéressants, pour dissocier une image anormale des plans voisins.

b) **Le cliché en expiration.** – Est utile pour étudier la mobilité du diaphragme. Il donne des renseignements intéressants dans la recherche des petits pneumothorax, dans l'emphysème et les troubles de ventilation.

c) **Les clichés en décubitus latéral avec rayon horizontal** sont utiles pour rechercher la mobilité d'une image, en particulier d'un épanchement pleural (fig. 4-1).

d) **L'incidence des sommets ou incidence en lordose** chasse les clavicules vers le haut, au-dessus des côtes. Cette incidence est également utile pour étudier les opacités du lobe moyen et le pied de la grande scissure.

■ **Le transit œsophagien est indispensable** dans les anomalies des médiastins moyen et postérieur.

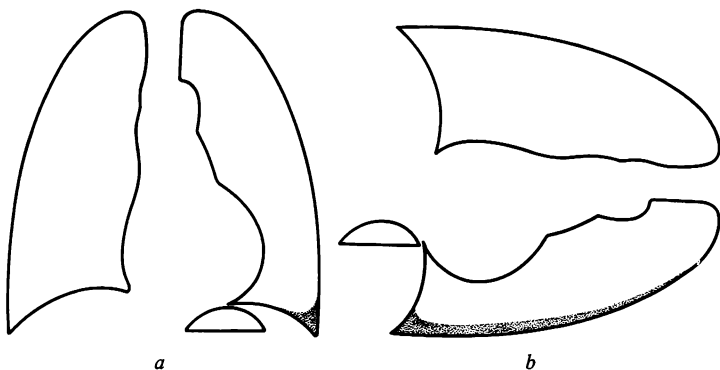


FIG. 4-1. – Thorax de face.

a) *En position debout.* Comblement du cul-de-sac costo-diaphragmatique gauche sans ligne bordante évidente.

b) *Cliché en décubitus latéral gauche de face rayon horizontal.* La ligne bordante devient évidente : il s'agit d'un épanchement libre de la grande cavité qui se collecte dans la partie déclive.

III. – LA TOMOGRAPHIE

La tomographie découpe en « tranches » la région explorée ; son intérêt essentiel est de rechercher une excavation au sein d'une opacité. La tomographie a ses limites : en effet, il existe un compromis entre la netteté de l'image et l'épaisseur de la tranche explorée. Plus la tranche est mince, moins l'image est nette. De même, les images sont d'autant plus fines que le champ exploré est plus limité. On a donc intérêt à localiser les tomographies sur la région suspecte.

La technique habituelle pour les tomographies pulmonaires nécessite un temps de pose d'environ une seconde. Ceci explique que l'on ne peut obtenir de bonnes tomographies que chez un sujet coopérant.

Les plans de coupe des tomographies seront choisis en fonction du cliché standard de face et de profil, afin de limiter le nombre des coupes.

Les tomographies ne s'interprètent que confrontées aux clichés standard. Il est très rare qu'elles fassent apparaître une image pathologique qui n'existait pas sur le cliché standard du même jour si celui-ci était de bonne qualité et minutieusement examiné.

IV. – LES DOSES D'IRRADIATION

(v. p. 31)

■ **En radioscopie.** – L'irradiation dépend du temps de scopie et de la taille du faisceau.

a) **En radioscopie conventionnelle.** – La dose délivrée au patient par minute peut être équivalente à la dose reçue au cours de cinquante à cent cinquante radiographies pulmonaires standard (ces chiffres peuvent être dépassés si la scopie est pratiquée après une adaptation insuffisante à l'obscurité avec un appareil mal réglé).

b) **En radioscopie télévisée.** – L'examen peut se faire avec le dixième de la dose délivrée en radioscopie conventionnelle.

■ **En radiographie.** – L'irradiation délivrée par un cliché standard grand format en haute tension avec de bons écrans renforceurs est minime, ce qui autorise des clichés pulmonaires réalisés dans le cadre de la Médecine du Travail.

■ **Une tomographie pulmonaire entraîne par coupe pratiquée** une irradiation 5 à 15 fois supérieure (selon le format du cliché).

■ **En conclusion,** le cliché pulmonaire en haute tension grand format délivre une dose d'irradiation *minime*. Une minute de scopie conventionnelle ou 10 coupes de tomographie pulmonaire peuvent entraîner une irradiation *100 fois supérieure*.

V. – LA BRONCHOGRAPHIE

La bronchographie consiste à opacifier l'arbre bronchique à l'aide de produits radio-opaques introduits après anesthésie locale.

Actuellement, le produit utilisé n'est plus huileux (lipiodol) : il s'agit d'une suspension aqueuse (hytrast). Au cours d'un examen, on opacifie seulement les bronches d'un seul poumon et les clichés sont pris de face, de profil et en oblique.

L'examen est contre-indiqué chaque fois qu'il existe une insuffisance respiratoire importante, ou lorsque le poumon opposé à celui que l'on opacifie a une valeur fonctionnelle réduite.

VI. – L'ANGIOGRAPHIE

(v. p. 261).

L'angiocardigraphie est l'étude de la vascularisation pulmonaire par l'injection d'un produit opaque (triiodé hydrosoluble) dans les cavités droites. La progression du produit est suivie par des clichés en séries, à cadence rapide. On obtient successivement : pendant les trois premières secondes : l'image de l'artère pulmonaire et de ses branches, depuis la ramure artérielle jusqu'aux capillaires. De la quatrième à la cinquième seconde, on voit s'opacifier les veines pulmonaires et l'oreillette gauche ; ensuite, vers la sixième, septième seconde le ventricule gauche et l'aorte. De profil, l'opacification sélective d'une artère pulmonaire droite ou gauche montre bien les artères segmentaires.

On peut également opacifier les artères bronchiques par un cathétérisme sélectif, par voie rétrograde à partir de l'artère fémorale. Cet examen trouve une bonne indication dans la recherche étiologique d'hémoptysies récidivantes inexplicables chez le sujet jeune.

VII – LE SCANNER

Le scanner apporte dans certains cas, une précision diagnostique supplémentaire. L'injection intra-veineuse d'un embol iodé permet de plus d'apprécier la vascularisation des structures étudiées. Les principales indications du scanner sont :

- l'exploration d'une masse médiastinale surtout si l'on suspecte un anévrisme, un amas graisseux, un abcès médiastinal, une médiastinite ou un thymome ;
- devant un nodule pulmonaire apparemment unique, des coupes étagées au scanner permettent habituellement de dépister d'autres nodules qui ont échappé à la tomographie classique, ce qui risque de modifier l'indication opératoire ;
- dans les cancers pulmonaires ou les cancers de l'œsophage, le scanner précise au mieux l'extension.

VIII. – LA SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE

Il existe deux types de scintigraphies pulmonaires :

■ **La scintigraphie de ventilation** dans laquelle l'isotope radioactif est administré par inhalation et étudie donc la ventilation pulmonaire.

La scintigraphie de ventilation est réalisée avec du Xénon 133. On étudie la distribution du gaz dans les différentes régions du poumon lors de la première inspiration. On étudie également le lavage à l'air libre. La persistance d'une zone de radio-activité indique l'existence d'un piégeage.

■ **La scintigraphie de perfusion**, où l'on étudie la répartition dans les vaisseaux pulmonaires, d'un isotope injecté par voie veineuse.

La scintigraphie de perfusion se fait en injectant du Technétium 99 m dont la demi-vie est de 6 heures et donne une représentation de la vascularisation pulmonaire régionale.

Le Xénon 133 est aussi utilisé par voie veineuse et au moyen d'un appareillage spécial ; il est possible d'obtenir des rapports ventilation-perfusion locaux.

II. – ANATOMIE RADIOLOGIQUE NORMALE

A. – LES DIFFÉRENTES STRUCTURES VISIBLES

Le poumon apparaît comme une plage de densité gazeuse (donc noire sur le cliché radiographique), qui correspond à l'air contenu dans les alvéoles pulmonaires et dans les bronches et sur laquelle apparaît en surimpression un lavis de densité aqueuse qui correspond à l'interstitium pulmonaire et principalement aux vaisseaux (fig. 1-13).

I. – LA TRACHÉE ET LES BRONCHES SOUCHES

Elles sont visibles au sein des opacités de densité aqueuse que constituent le médiastin et les hiles.

De face la trachée descend verticalement à la partie médiane du thorax, parfois très légèrement oblique en bas et à droite. Sa largeur est uniforme en dehors de l'empreinte aortique située sur son bord gauche, immédiatement au-dessus de la bifurcation. En regard de D5, la trachée se divise en deux bronches souches. L'angle de division trachéale varie de 45 à 70°. La bronche souche droite est un peu plus verticale que la gauche. La bronche gauche est un peu plus postérieure.

De profil, l'image de la trachée est bien visible, *oblique en bas et en arrière* à partir de son entrée dans le thorax. La bronche souche droite semble faire suite à la trachée. La bronche souche gauche, qui a un trajet plus proche de l'horizontale, apparaît comme une image arrondie ou ovoïde, en superposition sur la partie initiale de la bronche souche droite, ou la débordant un peu en arrière.

La **crosse de l'azygos** enjambe la bronche souche droite à son origine. Elle peut simuler une adénopathie sur le cliché de face. Le cliché en expiration ou en décubitus dorsal montrera l'élargissement de l'image en cas d'opacité d'origine veineuse.

II. - LES SCISSURES ET LA SEGMENTATION PULMONAIRE

Les poumons recouverts de la plèvre viscérale sont divisés en lobes séparés par des scissures dans lesquelles s'introduit la plèvre viscérale (fig. 4-2).

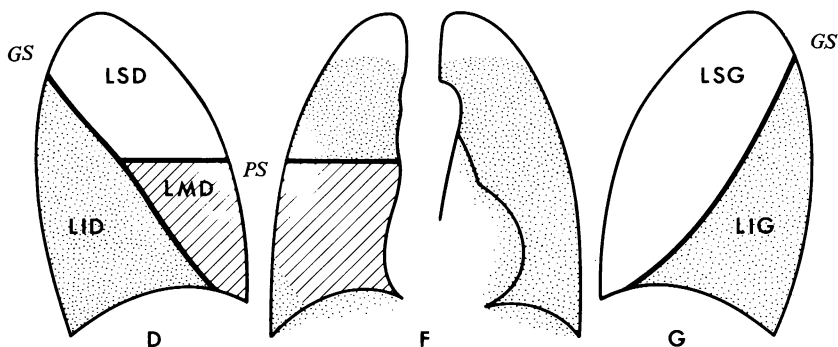


FIG. 4-2. - La projection des lobes et des scissures inter-lobaires.

F, de face ; D, poumon droit (profil), G, poumon gauche (profil).

PS : petite scissure ; GS : grande scissure.

A droite, il existe un lobe supérieur, un lobe moyen, un lobe inférieur. La grande scissure sépare le lobe inférieur des deux autres ; elle est oblique en bas et en avant. La petite scissure sépare le lobe moyen du lobe supérieur ; elle est horizontale, se raccorde en arrière avec la grande scissure à la hauteur du hile pulmonaire.

A gauche, il n'existe que deux lobes et une seule scissure symétrique de la grande scissure droite.

Il existe parfois des scissures surnuméraires dont les plus fréquentes sont la scissure azygos, la scissure basale interne et la scissure qui sépare le segment apico-dorsal du lobe inférieur du restant du lobe.

Les scissures sont visibles sur les films sous la forme d'une mince ligne opaque, uniquement lorsque les rayons X sont parallèles à leur trajet ; c'est dire que les grandes scissures ne peuvent être visibles que sur les clichés de profil. La petite scissure peut se voir de face comme de profil. Il est important de repérer les scissures lors de la lecture d'un cliché pulmonaire. En effet, *la situation normale d'une scissure témoigne d'une expansion normale des lobes pulmonaires limités par cette scissure.*

La division bronchique, en particulier les bronches de troisième ordre, détermine la formation de territoires ventilés par ces bronches et irrigués par des artères pulmonaires dont la division est parallèle à la division bronchique. Ces territoires sont appelés *segments* et constituent des entités séparées, susceptibles d'être le siège d'un processus pathologique isolé. La division bronchique est représentée sur la figure 4-3.

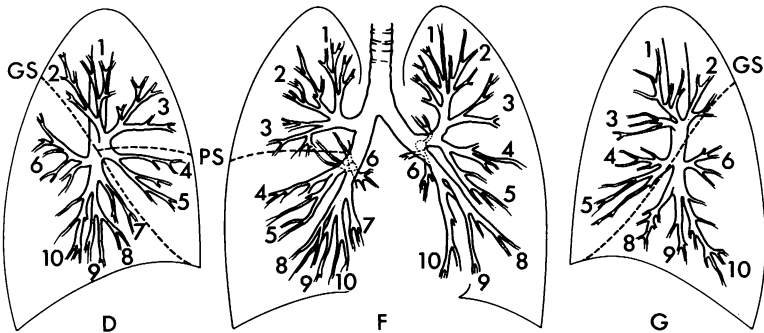


FIG. 4-3. - Les bronches.

Lobe supérieur : 1, apicale ; 2, dorsale ; 3, ventrale. Lobe moyen : 4, latérale ; 5, médiane. Lobe inférieur : 6, Nelson (apicale) ; 7, para-cardiaque ; 8, antéro-basale ; 9, latéro-basale ; 10, postéro-basale.

PS : petite scissure ; GS : grande scissure ; F : de face ; D : poumon droit de profil ; G : poumon gauche de profil : à gauche il n'existe pas de lobe moyen (les bronches 4 et 5 forment la lingula) ni de segment 7.

III. - LES VAISSEAUX PULMONAIRES

Le tronc de l'artère pulmonaire est médiastinal ; seul son bord gauche est visible, formant l'arc moyen gauche. Il se divise en deux branches. La branche droite est horizontale ou légèrement oblique en bas ; elle est tout entière dans le médiastin et se divise avant d'atteindre le hile en une branche supérieure et une branche inférieure (fig. 4-4). La branche gauche est plus courte et présente un trajet ascendant et légèrement postérieur pour atteindre le hile gauche. Le hile droit est toujours situé un peu plus bas que le hile gauche.

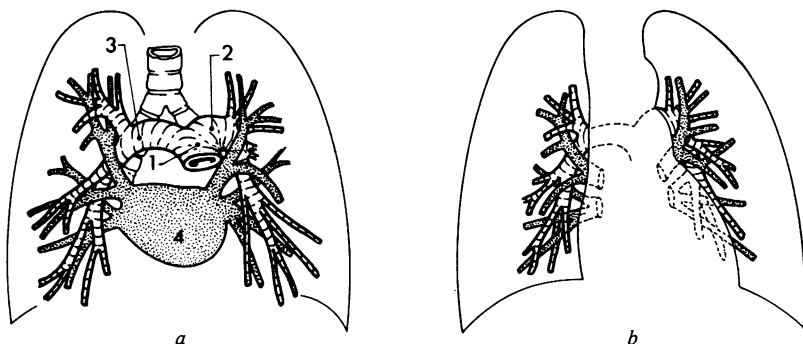


FIG. 4-4. – Les artères et les veines pulmonaires.

a) 1, tronc de l'artère pulmonaire ; 2, branche gauche ; 3, branche droite ; 4, oreillette gauche.

b) Disposition des veines et des artères pulmonaires : à la partie supérieure de l'hémithorax, les veines sont externes par rapport aux artères, à la partie inférieure, les veines ont un trajet horizontal, les artères un trajet vertical vers le hile.

Les artères pulmonaires se divisent dans chaque poumon en suivant exactement les ramifications bronchiques. Les capillaires alvéolaires se ramifient dans les cloisons inter-alvéolaires et se réunissent ensuite pour former un lacs veineux qui chemine dans les septa interlobulaires, à distance des artères correspondantes, et puis, au fur et à mesure de leur confluence, les veines intrapulmonaires aboutissent à quatre troncs veineux confluant dans l'oreillette gauche.

Chez le sujet debout, la pression dans les vaisseaux intra-pulmonaires n'est pas la même au niveau de l'apex et de la base des poumons, du fait du simple poids de la colonne de liquide. Cette différence de pression hydrostatique explique que la vascularisation soit plus riche au niveau des bases qu'au niveau des sommets (v. p. 267).

A côté de cette circulation fonctionnelle, il existe une circulation nutritionnelle assurée par les vaisseaux bronchiques (nés de l'aorte), de calibre beaucoup plus petit que les vaisseaux pulmonaires. Les vaisseaux bronchiques suivent aussi la ramification bronchique. Les deux systèmes circulatoires sont totalement indépendants. Il existe toutefois des anastomoses entre les capillaires pulmonaires et les capillaires bronchiques au niveau du lit alvéolaire et surtout entre les artérioles bronchiques et les artérioles pulmonaires.

Il existe également dans le poumon un réseau lymphatique qui suit le trajet des veines pour aboutir à des ganglions au niveau des hiles.

IV. – LE PARENCHYME PULMONAIRE

La plus grande partie du volume pulmonaire est occupée par *de l'air*. L'autre constituant est *l'interstitium pulmonaire* qui est conjonctivo-vasculaire,

c'est-à-dire constitué par les parois des bronches intra-pulmonaires, les artères, les veines, les capillaires, les lymphatiques et les cloisons inter-alvéolaires. Tous ces organes sont reliés entre eux par un tissu conjonctif et soutiennent les alvéoles.

■ L'unité de base de la structure du poumon et de la fonction pulmonaire est le *lobule pulmonaire secondaire* (fig. 4-5). Les lobes, les segments, les sous-segments doivent être considérés comme des agrégats de lobules pulmonaires secondaires.

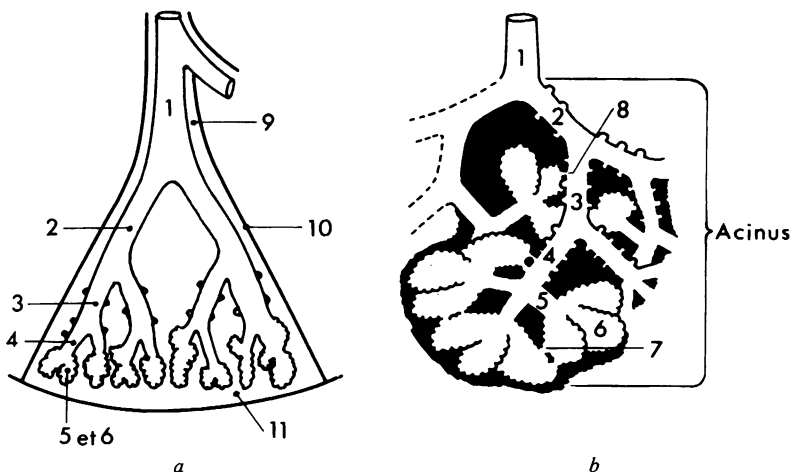


FIG. 4-5. – Le lobule secondaire et l'acinus.

a) *Lobule secondaire*. 1. bronche lobulaire ; 2, bronchiole terminale ; 3 et 4, bronchioles respiratoires ; 5, canal alvéolaire aboutissant dans un atrium ; 6, sac alvéolaire.

b) *L'acinus*. 7, pore de Kohn ; 8, canal de Lambert.

Le tissu interstitiel : 9, péri-broncho-vasculaire ; 10, septum interlobulaire ; 11, tissu sous-pleural.

Le lobule secondaire est l'unité idéale pour faire des corrélations radiopathologiques. Le lobule a un diamètre de 0,3 à 3 cm chez l'adulte.

Pour bien comprendre l'anatomie du poumon au niveau lobulaire, il faut être familiarisé avec la morphologie de l'arbre trachéo-bronchique et en particulier avec les caractéristiques des petites bronches terminales.

■ *Les différentes subdivisions* de l'arbre trachéo-bronchique sont le résultat de la division sur le mode dichotomique. La bronchiole donne naissance à deux branches de taille égale, dont la somme des sections est habituellement de 20 % plus importante que celle de la bronchiole initiale. Au niveau des bronchioles terminales, les branchements sont beaucoup moins réguliers et

on peut voir des divisions en trois ou quatre branches. La distinction entre les bronches et les bronchioles provient du fait que les bronches contiennent du cartilage dans leur paroi, alors que les bronchioles n'en contiennent pas.

■ *Une autre façon de diviser les voies aériennes* est de considérer une portion qui ne fait que conduire l'air, et une autre portion au niveau de laquelle il existe des échanges gazeux et une fonction de conduction.

La plus petite structure qui conduit exclusivement de l'air est appelée « la bronchiole terminale ». Le territoire desservi par une bronchiole terminale s'appelle *un acinus*. Son diamètre est voisin de 5 mm. Il y a 3 à 6 acini en moyenne dans un lobule secondaire.

Les échanges gazeux commencent au-delà de la bronchiole terminale au niveau de la bronchiole respiratoire ainsi désignée parce que les alvéoles peuvent être branchées directement sur sa paroi. Au-delà de la bronchiole respiratoire, on trouve dans l'ordre : les conduits alvéolaires, les atria, les sacs alvéolaires et *les alvéoles*. Les atria ne sont pas des structures constantes et bien souvent le dernier canal alvéolaire conduit directement dans un sac alvéolaire.

Les alvéoles provenant de sacs alvéolaires différents, communiquent entre eux par les pores de Kohn. On pense que lorsqu'il existe une obstruction bronchique totale, l'air peut circuler entre les différents segments par ces pores. Ceci permet de prévenir ou de diminuer l'atélectasie secondaire à une obstruction bronchique terminale ; la présence de cet air permet par exemple d'évacuer des bouchons muqueux ou des corps étrangers pendant la toux. On pense également que cet air collatéral, qui vient par les pores de Kohn, peut maintenir une distension pulmonaire en amont d'une obstruction bronchique, telle une atrésie bronchique ou un bouchon muqueux. Un fonctionnement anormal des pores de Kohn a été suggéré comme un mécanisme possible pour le développement de l'emphysème. Les canaux de Lambert font communiquer les bronchioles distales (en particulier les bronchioles pré-terminales) directement avec les alvéoles, réalisant un court-circuit par lequel l'air peut entrer dans les alvéoles directement à partir des bronchioles terminales sans passer par les bronchioles respiratoires ou les canaux alvéolaires. On pense que dans la pneumoconiose, le dépôt préférentiel des pigments dans les sacs aériens, tout près des bronchioles respiratoires, est dû au passage de la poussière par les canaux de Lambert. Ces voies permettent aussi d'expliquer l'extension de l'inflammation pulmonaire et la distribution péribronchiolaire de certaines formes de pneumonie.

Les alvéoles sont bordées par un endothélium qui est en contact direct avec la paroi des capillaires pulmonaires et réalise la membrane alvéolo-capillaire à travers laquelle se font les échanges gazeux entre le sang et les espaces alvéolaires (fig. 4-6). La surface alvéolaire est également tapissée d'une mince couche de fluide tensioactif, le surfactant, qui joue un grand rôle dans le maintien de l'expansion du poumon et dans la lutte contre la tendance au collapsus des alvéoles pulmonaires.

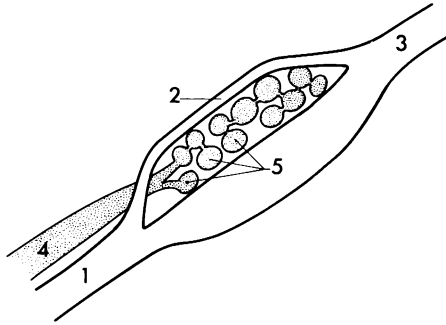


FIG. 4-6. – *Schéma des rapports alvéolo-capillaires.*

1. artère ; 2. capillaires ; 3. veine ; 4. bronches ; 5. alvéoles communicant par les pores de Kohn.

V. – LE DIAPHRAGME

C'est une cloison musculo-aponévrotique qui sépare la cage thoracique de l'abdomen ; chaque héli-diaphragme a la forme d'une coupole convexe en haut, se raccordant avec la paroi thoracique selon un angle aigu. Ainsi, sur un cliché de thorax de face, la languette pulmonaire du cul-de-sac costo-diaphragmatique postérieur se situe au-dessous de l'image de la coupole diaphragmatique et risque d'être masquée par les viscères abdominaux surtout par le foie à droite. Les clichés en haute tension permettent de deviner les images des vaisseaux pulmonaires au-dessous de la coupole diaphragmatique.

Sur le cliché de face, en inspiration, le sommet de la coupole diaphragmatique se projette en moyenne au niveau de l'extrémité antérieure du sixième arc costal (fig. 4-9).

Sur le cliché de profil, l'hémicoupole gauche est effacée dans son tiers antérieur par la masse cardiaque (fig. 1-12).

VI. – LA PAROI THORACIQUE

Le squelette est constitué par le rachis dorsal et les côtes. Les cartilages costaux ne sont visibles que lorsqu'ils sont calcifiés.

Les parties molles de la cage thoracique augmentent la densité des images pulmonaires, d'autant plus que le sujet est musclé et bréviligne (fig. 4-7).

VII. – LE MÉDIASTIN

L'espace cellulaire qu'est le médiastin contient un grand nombre d'organes : le cœur et les gros vaisseaux, la trachée et les bronches souches, l'œsophage,

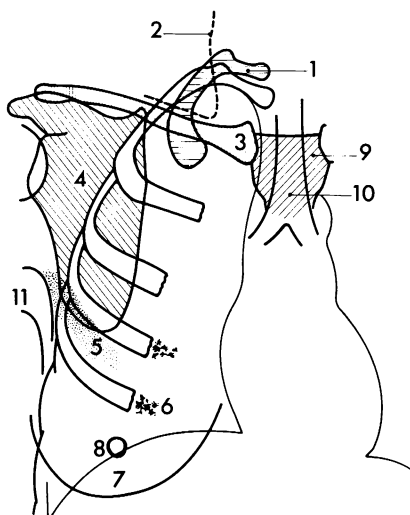


FIG. 4-7. – *Les images pariétales se projetant sur le cliché de thorax de face.*

1, la première côte ; 2, le sterno-cléido-mastoïdien ; 3, la clavicule ; 4, l'omoplate ; 5, l'ombre des pectoraux ; 6, calcification des cartilages costaux ; 7, le sein ; 8, le mamelon ; 9, le manubrium sternal ; 10, la trachée ; 11, creux axillaire.

Projection des parties molles extra-thoraciques sur le cliché de thorax de face.

les nerfs pneumo-gastriques, phréniques, récurrents, les chaînes sympathiques, également un grand nombre de relais ganglionnaires, lymphatiques et, dans son segment antéro-supérieur, le thymus qui n'existe qu'à l'état de reliquat chez l'adulte (fig. 9-10).

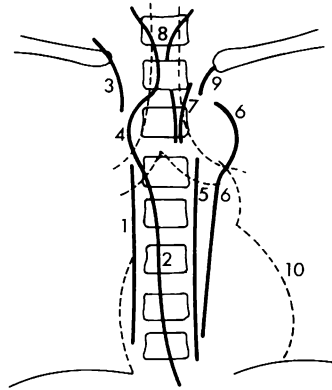
Les faces latérales du médiastin ne sont pas planes, elles comportent un certain nombre de reliefs qui viennent se mouler sur la face interne des poumons, créant ainsi des interfaces entre l'air des poumons et l'eau du médiastin. Sur le cliché de face, existent des zones de tangence à ces interfaces, créant des lignes appelées les lignes médiastinales (fig. 4-8). A vrai dire, il ne s'agit pas d'une véritable ligne, mais d'une limite linéaire bordant la silhouette d'une structure, c'est donc un bord (voir page 19).

a) **A droite.** – On peut identifier la ligne paravertébrale droite, constituée par les parties molles juxtavertébrales ; la ligne para-œsophagienne presque toujours visible dans sa portion sous-bronchique, sous la forme d'une ligne descendant au devant du rachis dorsal, oblique depuis l'azygos jusqu'à la région du hiatus œsophagien. Les lignes paracardiaques droites sont essentiellement des lignes paraveineuses (veine cave supérieure, azygos, oreillette droite, veine cave inférieure).

FIG. 4-8

Schéma des lignes médiastinales.

1, paravertébrale droite ; 2, para-œsophagienne ; 3, veine cave supérieure ; 4, crosse de l'azygos ; 5, paravertébrale gauche ; 6, para-aortique ; 7, médiastinale antérieure ; 8, médiastinales postérieures ; 9, sous-clavière gauche ; 10, paracardiaque.



b) **A gauche.** – On retrouve la ligne paravertébrale gauche, la ligne para-aortique, dessinant le bord gauche de la partie postérieure de la crosse, et le bord gauche de l'aorte descendante. La ligne paracardiaque (bord gauche de la crosse aortique tronc de l'artère pulmonaire, ventricule gauche).

c) **Sur la ligne médiane.** – Chez certains sujets on peut voir se dessiner, sur la partie haute du médiastin, dans la région médiane, de très fines lignes opaques correspondant à l'adossement des deux poumons droit et gauche :

- d'une part, en arrière de l'œsophage, se projetant en regard des premières vertèbres dorsales, c'est la ligne médiastinale postérieure ;
- d'autre part, tout en avant, immédiatement en arrière du manubrium sternal, dans la zone de contact des deux languettes pleuro-pulmonaires antérieures, c'est la ligne médiastinale antérieure, cette ligne se déplace en cas de réexpansion d'un poumon.

d) **Ces lignes médiastinales** ne sont pas toutes présentes ; elles nécessitent pour être vues un bon cliché en inspiration et en haute tension et il faut savoir les rechercher, leur modification pouvant traduire un processus pathologique.

B. – ANALYSE D'UNE RADIOGRAPHIE PULMONAIRE

I. – CLICHÉ DE FACE

L'interprétation correcte d'une radiographie pulmonaire doit se faire *sur un négatoscope* en suivant un plan d'analyse précis :

a) **Identification :** *nom* du patient et *date* de la prise du cliché.

b) **Qualités techniques :**

- Un noircissement correct doit permettre de voir à la fois la *trame*

pulmonaire jusqu'à 1 cm de la périphérie et les vaisseaux de la base gauche en *arrière de la masse ventriculaire* (de même on devine le rachis derrière le cœur).

– *Vérifier que le cliché a bien été pris de face* : les extrémités internes des clavicules doivent être symétriques par rapport à la ligne des épineuses du rachis dorsal.

– Compter les arcs costaux antérieurs pour savoir si *le cliché a été pris en inspiration* (le sommet de la coupole droite doit se projeter au niveau du sixième arc costal antérieur).

– *Vérifier que le cliché a été pris en position debout* (poche à air gastrique) et que les omoplates sont bien dégagées.

c) **Squelette et parties molles extra-thoraciques** : analyser le rachis, toutes les côtes, les omoplates, les clavicules, les parties molles extra-thoraciques en appréciant leur épaisseur et leur régularité.

d) **Médiastin** : suivre les lignes médiastinales, apprécier la silhouette cardiaque, la position des hiles ; identifier la trachée et les deux bronches souches ; repérer la crosse de l'azygos.

e) **Suivre la plèvre pariétale**, diaphragmatique, médiastinale. Repérer les scissures.

f) **Analyser enfin le parenchyme pulmonaire** par plages successives du sommet vers les bases et en comparant du côté droit et du côté gauche ; étudier spécifiquement la vascularisation pulmonaire du hile jusqu'à la périphérie.

g) Une fois terminée cette analyse systématique, obligatoire, une **analyse sémiologique** est possible (voir page 228).

II. – L'ANALYSE D'UN CLICHÉ DE PROFIL

Elle doit se faire comme pour celui de face ; il faut de plus :

– Vérifier que le cliché est strictement de profil (les arcs postérieurs des côtes doivent être superposés).

– Vérifier que le cliché est en inspiration, les culs-de-sac costodiaphragmatiques postérieurs doivent être bien clairs. Les coupoles diaphragmatiques en avant se projettent à la hauteur des sixièmes arcs costaux antérieurs.

– Analyser le squelette.

– Repérer les deux coupoles diaphragmatiques qui doivent être nettes et régulières, la droite est suivie de bout en bout d'arrière en avant, la gauche n'est pas visible dans son tiers antérieur à partir du raccordement avec la silhouette cardiaque (fig. 1-12).

– Apprécier la forme et le volume de la masse cardiaque ; reconnaître les gros vaisseaux de la base en particulier la crosse aortique, les artères pulmonaires.

– Analyser les parenchyms pulmonaires qui sont superposés en étudiant l'espace clair rétrosternal puis l'espace clair rétrocardiaque et les bases pulmonaires ; repérer les scissures. (La différenciation entre les grandes scissures droite et gauche se fait grâce à leur raccordement avec l'hémicoupole correspondante.)

III. – LES PIÈGES EN RADIOGRAPHIE PULMONAIRE

a) **Les pièges liés à la technique de l'examen.** – La transparence des deux champs pulmonaires est globalement diminuée et le cœur apparaît augmenté de volume si le cliché est pris en expiration (fig. 4-9).

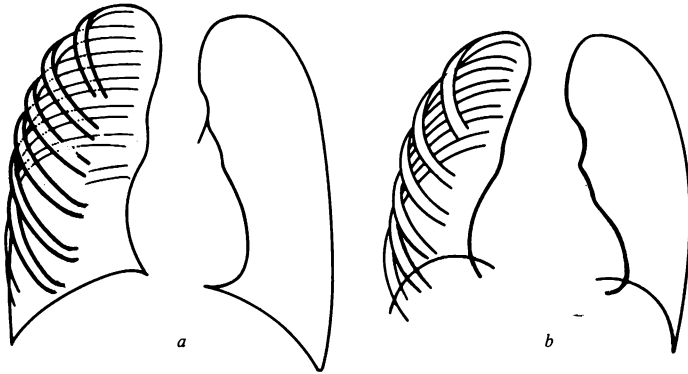


FIG. 4-9. – Cliché de thorax de face.

- a) En inspiration : 6 arcs antérieurs de côte sont visibles au-dessus du diaphragme.
 b) En expiration : 4 arcs antérieurs sont visibles, la transparence pulmonaire est diminuée, le cœur apparaît gros.

Lorsqu'un cliché n'est pas pris strictement de face, la transparence des poumons n'est pas identique : la densité est augmentée du côté où les muscles paravertébraux viennent se projeter sur le champ pulmonaire ; ainsi une légère OAD diminue la transparence du poumon droit, d'où la règle de vérifier que le cliché a été pris strictement de face.

Le flou cinétique est rare si l'appareillage permet un temps de pose court ; il est presque inévitable si le cliché est pris au lit, chez un sujet ne pouvant coopérer. Il entraîne un manque de définition des différentes structures.

Un cliché peut présenter une asymétrie non seulement de transparence pulmonaire, mais de plus une asymétrie comparable de la transparence des parties molles, au niveau des épaules. Il s'agit là d'une erreur technique : du fait d'un décalage entre la grille antidiffusante et le faisceau de rayons X, une moitié du thorax a reçu moins de rayons X et apparaît globalement sous-exposée.

b) **Les pièges par superposition des parties molles** (fig. 4-7). – Nous avons étudié les différentes structures de la paroi thoracique. Un pli cutané, une tumeur cutanée, peuvent entraîner une image parasite dans la mesure où il s'agit d'une structure de tonalité hydrique en saillie sur la peau, donc silhouettée par l'air extérieur.

III. – SÉMIOLOGIE RADIOLOGIQUE PULMONAIRE : LES SYNDROMES

Dans ce chapitre, vont être successivement étudiés :

- la paroi : syndrome pariétal,
- la plèvre : syndrome pleural,
- le médiastin : syndrome médiastinal,
- le poumon : syndromes alvéolaire, interstitiel, bronchique, vasculaire, et parenchymateux.

A. – LE SYNDROME PARIÉTAL

La détermination du siège pariétal d'une image pathologique permet souvent d'éviter des examens superflus.

LÉSIONS DES PARTIES MOLLES

■ *Augmentation localisée d'épaisseur* d'origine infectieuse ou tumorale bénigne ou maligne. Elle entraîne la formation d'une opacité de tonalité hydrique, homogène. Vue de face, son contour peut être net et bien limité, net d'un côté et flou de l'autre, ou flou dans sa totalité.

En vue tangentielle, elle est périphérique, à contour net et correspond à un épaississement qui se développe :

- soit vers l'extérieur du thorax ;
- soit vers l'intérieur du thorax ; le raccordement à la paroi est alors en pente douce, mais ce caractère ne suffit pas à lui seul à la différencier d'une opacité pleurale localisée (fig. 4-10).

■ *Augmentation ou diminution étendue d'épaisseur.* – Elle est appréciée par comparaison avec le côté opposé.

Qu'il s'agisse d'une hyperclarté ou d'une opacité diffuse, la vascularisation pulmonaire sous-jacente n'est pas modifiée et il n'y a aucune anomalie pleurale.

Le plus souvent il s'agit d'une diminution étendue d'épaisseur, soit congénitale (asymétrie thoracique) soit acquise d'origine neurologique (atrophie musculaire) ou chirurgicale (mammectomie).

■ *Les calcifications* (adénopathies, parasites, hématomes). – Elles nécessitent parfois des incidences tangentielles pour préciser leur siège extra-pleural.

■ *Les anomalies osseuses.* – Fréquemment, c'est la tuméfaction des parties molles et le refoulement du poumon qui attirent l'attention.

FIG. 4-10. – Différents types d'images d'opacité pariétale.

Une opacité pariétale peut se développer aux dépens de l'air intra ou extra-thoracique et donner le même aspect radiologique. En effet, il s'agit d'opacités de type hydrique au contact de l'air et seule compte la position respective des limites de l'opacité avec le rayon incident (d'où l'intérêt dans certains cas du cliché tangentiel).

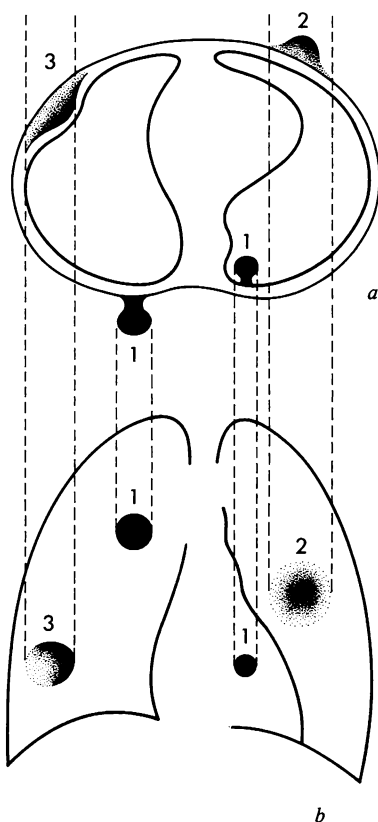
a) Coupe transversale.

b) Cliché thoracique de face.

1 : Deux bords nets (il existe une tangence à la masse) (voir Chapitre I, page).

2 : Tous les bords sont flous (aucune zone de tangence).

3 : Un bord flou et un bord net.



a) Le plus souvent lytiques, simple déminéralisation, lacune bien limitée, lyse étendue ou fracture pathologique.

Elles correspondent surtout à :

- des lésions tumorales primitives ou secondaires bénignes ou malignes, à des lésions infectieuses ou traumatiques ;
- à des tumeurs des parties molles adjacentes : élargissement des espaces intercostaux, érosions costales, dans le cas des tumeurs neurogènes ;
- à des modifications de volume des artères intercostales : érosion à type d'encoches dans les coarctations de l'aorte.

b) Plus rarement, ces lésions sont condensantes : il faut évoquer un cal post-traumatique, mais aussi penser aux tumeurs d'origine cartilagineuse (les exostoses ou chondromes).

B. – LE SYNDROME PLEURAL

Le syndrome pleural englobe les signes qui traduisent la présence de liquide, d'air ou de tissus anormaux dans la plèvre ou entre les feuillets pleuraux.

I. – LES OPACITÉS PLEURALES : ÉPANCHEMENTS LIQUIDIENS ET LES TUMEURS

■ *Épanchement liquidien dans une cavité pleurale libre.* – Le liquide pleural s'accumule dans la zone la plus déclive et est visible en position debout, au niveau des bases sous la forme d'une opacité franche homogène qui :

- de face, va du médiastin à la partie latérale du thorax (fig. 4-11) en remontant en haut et en dehors parce que le poumon se laisse plus facilement comprimer en périphérie qu'au niveau du médiastin où il est fixé par le hile ;
- de profil, va de la partie antérieure rétrosternale jusqu'au gril costal postérieur ;
- a une limite supérieure concave vers le haut et souvent floue ;
- efface la coupole diaphragmatique ;
- est mobile avec les changements de position du malade ; le liquide se collecte dans la partie déclive (fig. 4-1).

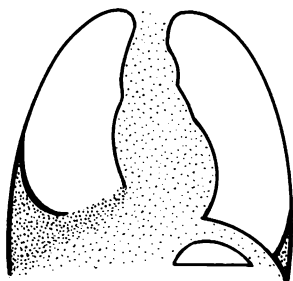


FIG. 4-11. – *Épanchement libre de la grande cavité.*

A droite, épanchement pleural de moyenne abondance, à gauche : de petite abondance : comblement du cul-de-sac (cf. fig. 4-1).

Quand le liquide est très abondant, l'opacité recouvre tout l'hémithorax, refoule le médiastin vers le côté opposé et inverse la coupole diaphragmatique. Cette éventualité entraîne une détresse respiratoire.

Quand le liquide est peu abondant, on observe seulement un comblement du cul-de-sac pleural, d'abord sur le cliché de profil, plus tardivement sur le cliché de face.

■ *Épanchement pleural liquide sous-pulmonaire* (pleurésie diaphragmatique) (fig. 4-2).

Lorsque l'élasticité pulmonaire a diminué en raison d'un œdème interstitiel ou d'une fibrose, par exemple, le poumon ne se rétracte pas, mais garde sa forme ; le liquide se collecte entre le bord inférieur du poumon et la coupole

diaphragmatique remplissant plus ou moins le sinus costo-diaphragmatique postérieur. Le sinus latéral n'est pas émoussé.

Certains signes permettent de déceler l'épanchement liquide :

- La partie la plus haute de la coupole est plus externe que normalement (fig. 4-12 a). A gauche, la bulle d'air gastrique paraît éloignée de plus de 1,5 cm de l'image apparente de la coupole. Ce signe doit être vérifié sur un profil en raison des variations morphologiques du diaphragme.

A droite, la coupole est trop près de la petite scissure.

- Dans le doute, un cliché positionnel, en décubitus latéral avec rayon horizontal, confirme la présence de liquide qui se collecte le long du gril costal (fig. 1-1).

■ **Épanchement pleural liquidien localisé et tumeur pleurale.** – La lésion s'appuie dans les deux cas sur la paroi et se développe vers l'intérieur de la cage thoracique en refoulant le poumon. Elle réalise une opacité aux caractères suivants :

- de face : comme une lésion pariétale, ses limites dépendent de sa forme et de son orientation par rapport au rayon incident : ses contours peuvent être soit flous, soit nets, soit flous d'un côté et nets de l'autre ; ce dernier cas est le plus fréquent (fig. 4-12) ;

- en incidence tangentielle : elle est collée contre la paroi avec laquelle elle se raccorde en pente douce, elle est immobile aux changements de position et souvent associée à une ligne bordante pleurale où à un sinus costodiaphragmatique comblé.

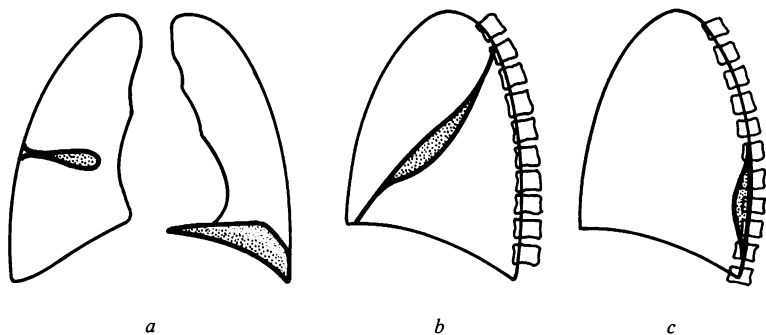


FIG. 4-12. – Épanchements localisés.

a) A droite, épanchement collecté dans la petite scissure, à gauche : pleurésie diaphragmatique simulant une ascension de la coupole.

b) Épanchement dans la grande scissure (profil).

c) Épanchement enkysté dans la gouttière costo-vertébrale (profil).

■ **Épanchement interlobaire ou scissural.** – Lorsque la plèvre périphérique est symphysée, ou lorsque le poumon a perdu son élasticité, le liquide peut s'accumuler entre les deux feuillets viscéraux d'une des scissures. Il en est ainsi des épanchements d'origine cardiaque. L'aspect est alors celui d'une opacité en navette, effilée à ses deux extrémités, et se prolongeant par la scissure épaissie (fig. 4-12). Le profil est l'incidence de choix pour confirmer le siège interlobaire et scissural de l'épanchement, car de face l'opacité apparaît le plus souvent comme une masse ovale, parfois bien limitée, parfois à bords flous, s'il n'existe pas de tangence suffisante.

II. – HYPERCLARTÉS PLEURALES : ÉPANCHEMENT PLEURAL GAZEUX OU PNEUMOTHORAX (fig. 4-13)

■ L'air peut pénétrer dans la cavité pleurale (dont la pression normale est inférieure à la pression atmosphérique) soit par une perforation pariétale, soit par une perforation pulmonaire.

Le poumon, grâce à son élasticité se rétracte vers le hile auquel il est attaché..

Les signes du pneumothorax sont :

- la présence d'une hyperclarté du côté atteint, surtout visible au sommet,
- la visibilité de la plèvre viscérale, sous la forme d'un liseré dense, entourant le parenchyme pulmonaire collabé,
- la disparition des vaisseaux au-delà de la plèvre viscérale.

a) **Le pneumothorax de faible importance** doit être recherché sur un cliché en expiration qui, en diminuant le volume thoracique, augmente la rétraction pulmonaire et la visibilité de l'air intrapleurale.

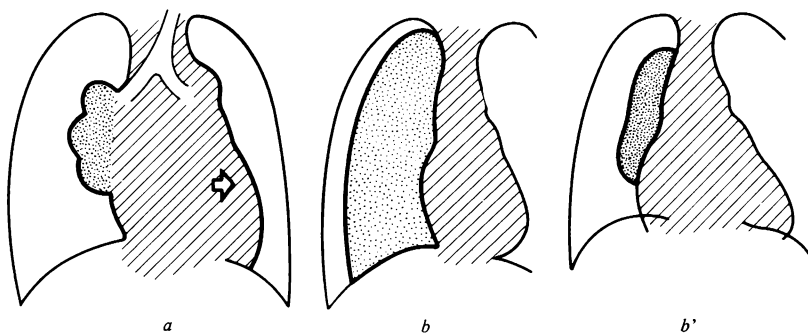


FIG. 4-13. – *Pneumothorax.*

a) Pneumothorax important sous tension : moignon pulmonaire collabé, refoulement du médiastin (→).

b) Pneumothorax peu important, difficile à voir sur le cliché en inspiration.

b') En expiration : le poumon se rétracte, accentuant le contraste et le pneumothorax devient évident.

b) Lorsque la perforation pulmonaire se comporte comme une valve, la pression intrapleurale peut devenir supérieure à la pression atmosphérique et refouler le médiastin et la coupole diaphragmatique ; c'est un pneumothorax compressif dont les signes spécifiques sont :

- élargissement des espaces intercostaux,
- déplacement médiastinal vers le côté opposé,
- abaissement du diaphragme,
- réduction importante de la taille du moignon pulmonaire, collé contre le hile.

Il doit être immédiatement drainé.

c) Lorsque la plèvre est symphysée sur une partie plus ou moins grande de sa surface, l'air ne décolle le poumon de la paroi que sur une faible portion.

En vue tangentielle, l'hyperclarté pleurale est collée contre la paroi et se raccorde en pente douce avec elle. Le poumon, légèrement collabé, est bordé par l'opacité linéaire de la plèvre viscérale, au-delà de laquelle les vaisseaux ont disparu. Le cliché en expiration est ici encore, d'un grand intérêt.

■ **Épanchement mixte gazeux et liquide.** – La brèche pleuropulmonaire ou pleuropariétale s'accompagne souvent d'un épanchement liquide associé, constitué par de la sérosité, du pus ou du sang.

Lorsque le rayon incident est horizontal, quelle que soit la position du malade, l'épanchement mixte se traduit par un niveau hydro-aérique horizontal.

III. – CALCIFICATIONS PLEURALES

La plèvre peut être le siège de nécrose caséuse ou d'hémorragie conduisant souvent à la formation de plaques calcifiées.

Ces calcifications forment des opacités de densité variable, irrégulières, inhomogènes, mais bien limitées, et d'orientation plutôt verticale ne correspondant à aucune structure parenchymateuse. Leur siège est périphérique en vue tangentielle, le long du gril costal, de la plèvre médiastine ou diaphragmatique.

Lorsqu'elles sont importantes, elles prennent la forme ovalaire d'un os de seiche.

Lorsqu'elles sont discrètes, elles ne sont bien visibles qu'en vue tangentielle. Par contre, de face, elles entraînent une diminution localisée de transparence qui peut être cause d'erreurs.

Leur étiologie est celle des pleurésies séro-fibrineuses, purulentes, hémorragiques, ou des plaques pleurales de l'asbestose.

C. – LE SYNDROME MÉDIASTINAL

Le syndrome médiastinal englobe l'ensemble des signes qui traduisent la présence d'air, de liquide, ou de tissus anormaux à l'intérieur du médiastin. Le cœur sera envisagé au chapitre suivant p. 255.

I. – LES OPACITÉS MÉDIASTINALES

■ Comme l'incidence de profil est la sommation des images du poumon droit, du médiastin et du poumon gauche, seule l'*incidence de face* permet d'affirmer l'existence d'un syndrome médiastinal, caractérisé par une opacité de densité hydrique, le plus souvent homogène,

- à limite externe nette et continue,
- convexe vers le poumon,
- se raccordant en pente douce avec le médiastin,
- à limite interne invisible, car noyée dans le médiastin.

Comme l'étiologie d'une lésion médiastinale dépend essentiellement de son siège, il est important de localiser l'anomalie dans un des compartiments du médiastin.

■ D'après la *classification de Felson* (fig. 4-14) :

- le médiastin *antérieur* est limité en avant par le sternum, en arrière par le bord antérieur de la trachée et le bord postérieur du cœur ;
- le médiastin *moyen* se situe en arrière jusqu'à un plan situé 1 cm en arrière du bord antérieur des corps vertébraux ;
- le médiastin *postérieur* s'étend de cette dernière ligne jusqu'aux gouttières para-vertébrales, et aux arcs postérieurs des côtes.

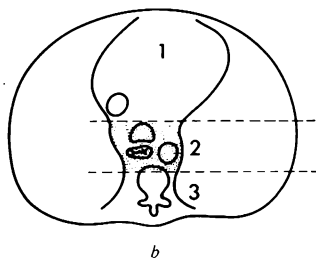
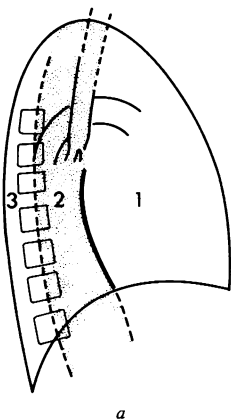


FIG. 4-14. – Divisions du médiastin.
a) thorax de profil, b) coupe axiale type scanner.

1. Médiastin antérieur ; 2. Médiastin moyen ; 3. Médiastin postérieur.

■ Parmi les *opacités médiastinales*, les plus fréquentes sont des *adénopathies*, qu'il importe d'identifier après s'être assuré de leur réalité en ayant éliminé une image vasculaire physiologique ou pathologique (épreuves dynamiques ou posturales).

Elles ont les caractères généraux des masses médiastinales.

Elles sont soit uniques, soit multiples, parfois polycycliques.

Leur topographie est l'élément essentiel de leur diagnostic. Elles peuvent être (fig. 4-15) :

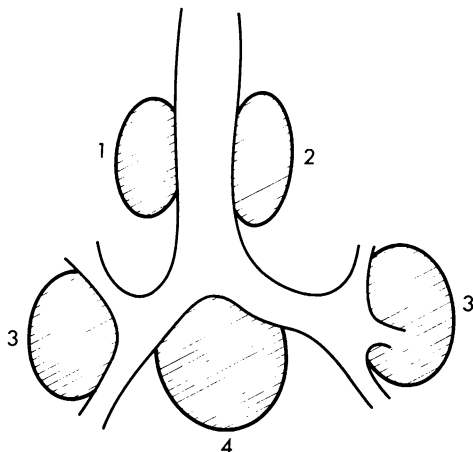


FIG. 4-15. – *Les principales adénopathies médiastinales.*

1 : Latéro-trachéales droites. 2 : Latéro-trachéales gauches. 3 : Inter bronchiques droites et gauches. 4 : Inter trachéo-bronchiques.

Dans certaines localisations (interbronchiques, intertrachéobronchiques) elles sont susceptibles d'entraîner une sténose par compression des bronches voisines.

Cependant, il faut souligner que toutes les adénopathies n'entraînent pas de rétrécissements ; ainsi les adénopathies de la sarcoïdose ne sont jamais sténosantes, alors que les adénopathies tuberculeuses ou tumorales le sont parfois.

A côté des adénopathies, l'étiologie des *principales tumeurs du médiastin* est résumée dans la figure 4-16 et tableau I.

II. – LES HYPERCLARTÉS MÉDIASTINALES

Hormis la trachée, normalement remplie d'air et spontanément visible au sein du médiastin, une hyperclarté médiastinale diffuse ou localisée, peut signifier :

- un pneumomédiastin,
- une anomalie de l'œsophage (mégacœsophage, diverticule, hernie hiatale).

■ *Le pneumomédiastin se traduit :*

- sur le cliché de face par des hyperclartés linéaires verticales le long du médiastin soulevant les deux feuillets pleuraux ;
- sur l'incidence de profil, par des hyperclartés linéaires de formes plutôt verticales, et de siège antérieur.

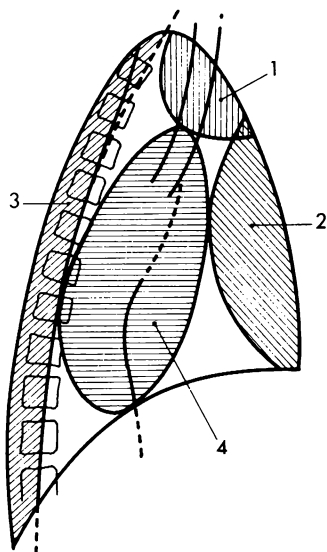


FIG. 4-16. — Localisation des tumeurs médiastinales les plus fréquentes chez l'adulte.

1. Médiastin antérieur, étage supérieur : goîtres ; 2. Médiastin antérieur, étages moyen et inférieur : thymomes ; 3. Médiastin postérieur dans son ensemble : tumeurs neurogènes ; 4. Médiastin moyen (et antérieur) : kystes bronchogéniques.

Ces hyperclartés sont souvent associées à un emphysème sous-cutané cervical ou pariétal, et parfois à un pneumothorax.

Les épanchements gazeux du médiastin sont immobiles aux changements de position du malade.

■ Les anomalies de l'œsophage :

Le **méga-œsophage** entraîne un déplacement de l'interface médiastino-pulmonaire droite (ligne para-œsophagienne) et se traduit souvent par une véritable ligne plus ou moins épaisse, de densité hydrique, entourée de part et d'autre par l'air intra-alvéolaire et l'air intra-œsophagien.

Un niveau liquide, intra-œsophagien, et l'absence de poche à air gastrique sont souvent associés.

Dans les **hernies hiatales**, on observe parfois une opacité rétro-cardiaque, à contour droit bien limité, refoulant la ligne para-œsophagienne inférieure, et surmontée d'un niveau liquide, ou parfois une hyperclarté isolée.

III. — LES CALCIFICATIONS

Les calcifications médiastinales ont des aspects variables selon leur localisation anatomique.

■ Les adénopathies sont le siège de deux types d'images :

- des calcifications granuleuses, irrégulières, groupées en amas plus ou

moins ovalaires, s'observent dans les adénopathies tuberculeuses, plus rarement dans les lymphomes traités (radiothérapie, chimiothérapie) ;

– des calcifications arciformes, fines, en coquille d'œuf, évoquent une pneumoconiose (silicose), plus rarement une sarcoïdose ou une mycose.

■ **Les vaisseaux.** – Qu'il s'agisse de l'aorte et de ses branches, ou des artères pulmonaires, les calcifications sont semi-circulaires et se superposent aux trajets vasculaires ; on les rencontre dans l'athérome aortique et l'hypertension artérielle pulmonaire ancienne.

En cas d'anévrisme, elles dessinent les parois de l'ectasie.

■ **Le cœur.** – Il peut s'agir de calcifications valvulaires caractéristiques, ou d'une fine ligne dessinant la silhouette cardiaque, sur tout ou partie de son pourtour, dans le cas de péricardite calcifiante. Ailleurs, un anévrisme du cœur pourra être mis en évidence grâce à sa calcification périphérique.

D. – LE SYNDROME ALVÉOLAIRE

Le syndrome alvéolaire englobe l'ensemble des signes traduisant la présence de liquide ou de cellules bénignes ou malignes à l'intérieur des alvéoles. Sept signes radiologiques permettent de reconnaître un comblement alvéolaire.

■ **Opacités de densité hydrique, à bords flous.** – L'aspect flou de telles opacités est attribué à l'atteinte irrégulière de groupes d'alvéoles, les uns remplis de liquide, d'autres encore pleins d'air. Les opacités alvéolaires ont toujours un contour flou, sauf si elles s'appuient sur une scissure, dont l'image est un bord net et rectiligne lorsque les rayons sont tangents à son plan de projection.

■ **La confluence** est un autre caractère qui s'explique par la diffusion du liquide d'une zone à l'autre à travers les pores de Kohn et les canaux de Lambert. Cette confluence explique que le processus puisse envahir de proche en proche un segment et même tout un lobe. En général, la scissure est une cloison infranchissable.

■ **La systématisation** est le troisième signe qui découle du précédent. C'est une opacité le plus souvent triangulaire à sommet hilair et à base périphérique, appuyée sur une ou deux scissures ; le profil est donc l'incidence de choix pour apprécier les caractères d'une opacité systématisée.

L'atteinte d'un seul segment est plus difficile à préciser, sauf si l'image est bordée par une scissure.

■ **Le bronchogramme et l'alvéologramme aériens.** – Une clarté tubulaire qui bifurque, formée de bronches normales au sein d'une opacité, signe une atteinte parenchymateuse, d'origine alvéolaire. C'est le *bronchogramme aérien*.

L'alvéologramme aérien est constitué par des alvéoles pleines d'air entourés d'alvéoles remplis de liquide : son identification est difficile.

■ *L'aspect en aile de papillon.* – Ce type d'image siège de part et d'autre des deux hiles, atteignant la base, mais respectant en général la périphérie et les sommets ; le corps du papillon est constitué par le médiastin.

■ *Les nodules alvéolaires* se caractérisent par des opacités arrondies ou ovalaires à bords flous, de la taille d'un acinus (0,5 cm de diamètre), souvent visibles au début de l'affection en périphérie d'autres opacités confluentes. Certains auteurs les appellent « opacités acinaires ».

Ces images ne doivent pas être confondues avec les nodules interstitiels qui, en principe, n'ont pas tendance à confluer, et dont les bords sont généralement plus nets.

■ *L'évolution relativement rapide et précoce* est le dernier signe du syndrome alvéolaire. L'augmentation ou la régression de l'opacité alvéolaire s'effectue généralement en quelques jours, contrairement à celle, plus lente, du syndrome interstitiel. Cependant il existe des opacités alvéolaires chroniques qui ne répondent pas à ce schéma.

■ *En résumé*, ces signes radiologiques caractéristiques d'un syndrome alvéolaire, ne sont pas tous présents simultanément. En pratique, il est préférable d'écarter tout signe douteux, et de rechercher au moins deux signes caractéristiques.

ÉTIOLOGIE DES SYNDROMES ALVÉOLAIRES

■ *Localisés* : pneumonie bactérienne, infarctus, tuberculose, mycose.

■ *Diffus* :

a) *Aigus* : O.A.P. (quelle qu'en soit l'étiologie), pneumopathies virales, maladie des membranes hyalines, syndrome d'inhalation, hémorragies intra-pulmonaires.

b) *Chroniques* : tuberculose, mycose, cancer alvéolaire, BBS (forme alvéolaire), Hodgkin (forme parenchymateuse), protéinose alvéolaire, pneumopathies par inhalation d'huiles minérales, microlithiase alvéolaire.

E. – LE SYNDROME INTERSTITIEL

■ *Le tissu interstitiel* représente la charpente des différentes structures du poumon (fig. 4-5 et 4-6), il comporte :

– le tissu interstitiel de conduction disposé autour des vaisseaux et des bronches, les septa interlobulaires et enfin le tissu sous-pleural adhérent au feuillet viscéral de la plèvre ;

– le tissu interstitiel pariéto-alvéolaire ou parenchymateux.

Les différents compartiments interstitiels communiquent entre eux. Ils ne sont pas visibles à l'état normal sur une radiographie. La présence anormale de liquide ou de cellules peut épaissir un quelconque de ces compartiments et les rendre visibles sur le cliché.

– Au cours d'une pathologie aiguë comme l'*œdème interstitiel*, la présence de liquide rend évidente l'atteinte du compartiment péri-broncho-vasculaire et des septa interlobulaires alors que l'atteinte est globale.

– L'atteinte du compartiment pariéto-alvéolaire n'est visible que si elle est importante.

■ *L'épaississement des septa interlobulaires et des gaines péri-broncho-vasculaires*

L'épaississement des septa interlobulaires : les lignes de Kerley (fig. 5-9 et 5-11).

– Les lignes de Kerley B, les plus fréquentes, sont de petites opacités linéaires, horizontales de 1 à 2 millimètres d'épaisseur sur un centimètre de longueur, rejoignant souvent la plèvre et siégeant dans les bases et les sinus diaphragmatiques (B = Bases).

– Les lignes de Kerley A, plus rares, plutôt curvilignes, de même épaisseur et de 3 à 5 centimètres de longueur siégeant dans la partie moyenne et supérieure du poumon (A = Apex).

– Les lignes de Kerley C, surtout lisibles de profil, sont formées par la superposition des lignes A et B (C = Croisées).

– Les lignes de Kerley D, plus rares, plus épaisses (3 à 4 millimètres et 4 à 6 centimètres de long) siégeant dans les parties antérieures du poumon, surtout visibles de profil.

Les gaines broncho-vasculaires. – L'épaississement de ces gaines entraîne un flou des vaisseaux contribuant à rendre leurs contours peu précis. Les parois bronchiques, lorsqu'elles sont vues en fuite, apparaissent épaisses.

Le tissu sous-pleural ; l'épaississement des scissures, les lignes bordantes pleurales.

– *L'évolution* de ces opacités interstitielles est souvent *rapide* du fait de la fluidité du *liquide d'œdème* et du caractère labile de la défaillance cardiaque habituellement en cause.

■ *Les opacités interstitielles parenchymateuses :*

L'aspect radiologique peut être longtemps normal, alors qu'une biopsie pulmonaire pourrait montrer une atteinte déjà importante.

L'aspect en verre dépoli, correspond à un stade initial ayant une traduction radiologique : simple diminution de la transparence pulmonaire bilatérale en rapport avec la présence de micro-nodules extrêmement fins et nombreux.

Les opacités micro-nodulaires (miliaires) de 1 à 3 millimètres de diamètre, de contours nets traduisent le plus souvent une dissémination par voie hémotogène d'un processus infectieux ou tumoral (miliaire tuberculeuse, carcinomateuse). Les lésions peuvent prédominer aux bases, là où la vascularisation est la plus importante. Elles apparaissent après inhalation de poussières anorganiques (pneumoconiose). Enfin, de tels granulomes se forment au cours des maladie de système (sarcoïdose).

L'aspect réticulé dessine un réseau dont les mailles sont plus ou moins épaisses. Cet aspect est souvent difficile à affirmer, lorsqu'il est fin, ou chez le vieillard chez qui cet épaississement est normal.

L'aspect réticulo-nodulaire associe des opacités élémentaires nodulaires et les images réticulaires.

Les opacités nodulaires ou macro-nodulaires (lâcher de ballons), de taille variable (3 millimètres à 3 centimètres) sont d'origine hémotogène et prédominent aux bases (dissémination secondaire d'un cancer le plus souvent extra-pulmonaire et non digestif).

L'aspect en nid d'abeilles formé par des travées linéaires denses, de tissu interstitiel atteint de fibrose, à contours nets, de forme polyédrique, entourant un groupe d'acini remplis d'air dont les cloisons intervalvéolaires ont disparu.

Toutes les opacités interstitielles parenchymateuses ont des **caractères communs** :

- opacités nettes (opacités entourées d'air),
- opacités non confluentes,
- opacités non systématisées,
- absence de bronchogramme aérien,
- topographie ni vasculaire ni bronchique, ni systématisée,
- évolution relativement *lente* (en retard sur la clinique).

A un stade tardif, dans certains cas (sarcoïdose, Hodgkin par exemple), l'épaississement de la paroi alvéolaire peut devenir tel qu'il comble l'alvéole et que les opacités, à l'origine de type interstitiel, peuvent acquérir des caractères de type alvéolaire qui masquent le syndrome interstitiel initial.

■ *Les principales étiologies des affections interstitielles diffuses de l'adulte :*

a) **Les granulomatoses pulmonaires.** – Dans ces affections, le début se fait toujours par l'apparition de foyers granulomateux distincts et disséminés (aspect miliaire).

1° *Granulomatose infectieuse d'origine hémotogène :*

- tuberculose surtout
- rarement mycose (cryptococcose, histoplasmosse).

2° *Granulomatose pneumoconiotique,* d'aspect rapidement nodulaire ou réticulo-nodulaire, parfois associée à des calcifications ganglionnaires en coquille d'œuf.

3° *Granulomatose exogène allergique* (alvéolite allergique extrinsèque, poumon des fermiers, des éleveurs d'oiseaux, des champignonistes, etc.), aspect réticulo-nodulaire fin, surtout *variable*, selon les expositions à l'allergène.

4° *Granulomatose d'étiologie inconnue :*

- sarcoïdose (réticulo-nodulaire) : elle prédomine à la partie moyenne des plages ; présence d'adénopathies hilaires et paratrachéales ;
- histiocytose X : nodules de taille variable, prédominant souvent à la moitié supérieure des plages pulmonaires. Tardivement, aspect en « nid d'abeilles ».

Dans toutes ces granulomatoses pulmonaires, à un stade avancé, l'atteinte interstitielle s'étend, comble les alvéoles, se complique de stase lymphatique. L'aspect radiologique observé est alors mixte.

b) **Les affections interstitielles malignes.** – Les métastases pulmonaires :

1° *L'essaimage par voie hémotogène* (ostéosarcome, carcinome du rein, tumeur trophoblastique, thyroïde, sein). L'image est nodulaire, le diamètre des foyers est habituellement variable du fait d'embolies d'âges différents

(lâcher de ballons). Ailleurs image micronodulaire (miliaire carcinomateuse).

2° Extension lymphatique : plus fréquente au cours des cancers du sein, de l'estomac, du pancréas, du larynx et du cancer primitif des bronches. Opacités réticulaires ou réticulo-nodulaires. Opacités linéaires grossières, à contours flous. Lignes de Kerley (lymphangite carcinomateuse).

c) L'œdème pulmonaire interstitiel. – Il traduit une augmentation anormale du volume liquidien dans le compartiment extravasculaire du poumon, réalisant une inflation liquidienne de l'ensemble du tissu interstitiel pulmonaire et surtout périvasculaire.

Cet œdème interstitiel précède l'œdème alvéolaire. Il associe : les lignes de Kerley, l'œdème péri-broncho-artériel avec flou des contours, l'œdème sous-pleural, la réduction du volume pulmonaire mobilisable (diminution de la différence entre inspiration et expiration) ; enfin, la redistribution du flux vasculaire : apex, bases en position debout (fig. 5-9 et 5-11).

Étiologie principale : RM et IVG. Sous l'effet du traitement tonocardiaque et déplétif : régression des signes radiologiques ; leur persistance par exemple au cours du RM traduit le passage des lésions au stade de pneumonie réticulée hypertrophique, c'est-à-dire de fibrose interstitielle diffuse.

d) Fibrose interstitielle diffuse. – Le diagnostic est souvent difficile (clinique, explorations fonctionnelles respiratoires, voire biopsie pulmonaire).

L'image radiologique pulmonaire des fibroses interstitielles diffuses peut être normale alors que la fibrose est déjà évoluée. Sinon elle peut se traduire par un ou plusieurs des éléments du syndrome radiologique interstitiel. Les images observées ne sont pas spécifiques, seule l'image en rayon de miel est évocatrice. Mais elle est rare.

1° Fibrose interstitielle de cause connue. – Fibrose interstitielle secondaire à une granulomatose pulmonaire, pneumoconiose (asbestose en particulier) ; histiocytose X, sarcoïdose ; collagénose : sclérodermie, polyarthrite rhumatoïde, périartérite noueuse, lupus érythémateux.

2° Fibrose interstitielle apparemment primitive : maladie de Hamman-Rich.

F. – LE SYNDROME BRONCHIQUE

Le syndrome bronchique englobe l'ensemble des signes radiologiques, directs ou indirects qui traduisent soit un épaississement de la paroi bronchique, soit une dilatation de la lumière bronchique, soit une obstruction complète ou incomplète de la lumière.

■ *Épaississement de la paroi.* – Il correspond à une atteinte de la muqueuse bronchique (bronchite chronique, lésions cicatricielles) ou à un œdème interstitiel péri-bronchovasculaire.

– Si l'axe de la bronche est parallèle aux rayons X, l'image de la paroi épaissie est une opacité en anneau, à centre clair parfois accolée à l'opacité ronde de même calibre de l'artère satellite.

– Lorsque l'axe est perpendiculaire aux rayons, l'aspect est celui de deux opacités linéaires en rails qui bifurquent parfois en Y.

■ **Dilatation de la lumière** (D.D.B.). – Les dilatations des bronches sont surtout visibles en bronchographie. Sur un cliché standard, lorsque les bronches dilatées sont pleines, elles se présentent comme des opacités linéaires à bords irréguliers et plus ou moins parallèles, prenant parfois l'aspect en V, en Y ou en doigt de gant (bronchocèles). Lorsque les bronches sont vides, elles donnent des clartés linéaires bordées, dont les limites sont irrégulières, parfois ovalaires ou kystiques (voir D.D.B. page 251) contenant parfois un niveau hydroaérique décline.

■ **Obstruction de la lumière.** – Elle est la conséquence d'un processus soit extrinsèque, comprimant la bronche, soit intrinsèque, obstruant la lumière ou envahissant la paroi. Quelle qu'en soit la cause, elle entraîne des troubles de ventilation.

Le plus souvent, la cause de l'obstruction ne se voit pas, elle se déduit.

a) Elle peut être **complète** et se traduit alors généralement par une **atélectasie** dont le *signe direct* est une opacité d'un territoire pulmonaire devenu plus petit que normalement, associée à une fermeture de l'éventail vasculaire.

Les *signes indirects* sont la conséquence de la diminution de volume du parenchyme atteint :

- déplacement de la scissure qui devient concave vers le parenchyme sain adjacent ;
- déplacement vertical du hile ;
- déviation du médiastin du côté malade, en inspiration ;
- ascension de la coupole diaphragmatique ;
- pincement costal et rétraction de l'hémithorax (signes tardifs) ;
- hyperclarté du territoire pulmonaire sain, par hyper-aération compensatrice. Il n'y a pas plus d'air dans ce territoire ; il occupe seulement un volume plus grand et contient donc moins de vaisseaux d'où l'hyperclarté. Le terme emphysème « compensateur » est impropre.

b) **L'obstruction incomplète** se révèle parfois par un piégeage de l'air en amont de l'obstacle (« air trapping », trappage). La bronche en inspiration se dilate et laisse pénétrer l'air alors qu'en expiration elle se rétrécit et empêche l'expulsion de l'air. Les signes sont exagérés sur le cliché en expiration.

Le *signe direct* est l'augmentation de volume du territoire atteint avec hyperclarté par hypovascularisation du fait de la distension alvéolaire ;

les *signes indirects* sont :

- bombement convexe de la scissure vers le parenchyme sain,
- déplacement du médiastin vers le côté sain en expiration,
- abaissement du diaphragme,
- élargissement des espaces intercostaux avec distension de l'hémithorax.

c) **Tous les signes d'atélectasie et d'obstruction incomplète** ne sont décelables que si le territoire mal ventilé est important (lobe supérieur ou inférieur). L'atteinte du lobe moyen et *a fortiori* d'un seul segment quelconque

n'entraînent aucun signe à l'exception du déplacement scissural, c'est dire tout l'intérêt de l'analyse systématique du siège des scissures.

■ **Les atélectasies planes, ou en bandes.** – Ce sont de petites opacités en bande, souvent d'orientation horizontale, et situées au-dessus des coupoles diaphragmatiques. Elles siègent dans des sous-segments pulmonaires mal ventilés. Ces atélectasies planes surviennent électivement chez les opérés récents de l'abdomen dont la ventilation est passagèrement insuffisante (douleurs post-opératoires).

Ces petites atélectasies disparaissent rapidement, soit spontanément avec l'amélioration clinique et la ventilation, soit après quelques séances de rééducation respiratoire.

G. – LE SYNDROME VASCULAIRE

Ce syndrome englobe l'ensemble des signes induisant une variation du calibre, du nombre ou de la situation des vaisseaux pulmonaires.

■ **Augmentation localisée de calibre :**

- Anévrisme de l'artère pulmonaire déformant la silhouette médiastinale.
- Fistule artério-veineuse pulmonaire avec son image arrondie recevant une branche artérielle augmentée de calibre et d'où part une veine, de même augmentée de calibre.

■ **Augmentation diffuse de calibre.** – Un hyperdébit artériel pulmonaire va augmenter le calibre des vaisseaux centraux et périphériques. Cet hyperdébit peut être physiologique (grossesse, effort, fièvre) ou pathologique : shunts gauche-droit (CIA, CIV canal artériel).

■ **Redistribution artérielle pulmonaire.** – Toute diminution de débit dans un territoire entraîne une augmentation de la vascularisation dans les territoires contigus, voire contro-latéraux.

Ainsi, en cas d'hypertension veineuse pulmonaire (HTVP), le flux artériel pulmonaire est redistribué vers les régions apicales qui sont un territoire de réserve pour ce flux (voir chapitre Cœur, page 267).

L'emphysème panlobulaire des deux bases avec destruction du lit vasculaire provoque également une redistribution vers les sommets ; toute chirurgie pulmonaire, surtout si elle est importante, entraînera de même une redistribution vers les zones pulmonaires saines restantes.

■ **L'augmentation du calibre des vaisseaux centraux avec diminution de calibre des vaisseaux périphériques.** – Cette image correspond à celle d'une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) évoluée.

Le plus souvent secondaire à une bronchopneumopathie chronique, à un shunt gauche-droit vieilli, à une cardiopathie avec augmentation permanente de la pression veineuse (R.M. vieilli), à des embolies pulmonaires multiples ayant détruit au moins les 3/4 du lit vasculaire pulmonaire.

■ **La diminution de calibre localisée ou généralisée.** – L'hypovascularisation entraîne une hyperclarté souvent repérable par comparaison avec le côté opposé. Trois étiologies essentielles :

- Rétrécissement de l'artère pulmonaire ou obstruction de celle-ci par une embolie pulmonaire.
- Augmentation de la pression alvéolaire qui ferme ou détruit le lit capillaire : emphyseme, obstruction bronchique partielle, syndrome de MacLeod.
- Augmentation de la pression intra-pleurale (pneumothorax) : l'hypovascularisation n'est visible que si le collapsus pulmonaire est peu important.

H. – LE SYNDROME PARENCHYMATEUX

Ce syndrome rassemble l'ensemble des images d'origine parenchymateuse qui, en raison de leur aspect trop localisé ou trop diffus, n'entrent pas dans le cadre des syndromes alvéolaires, interstitiels, bronchiques ou vasculaires. Il se manifeste essentiellement par différents types d'image.

Il est possible d'affirmer le **siège intra-parenchymateux** car :

- sur les différentes incidences, l'anomalie est entourée de toute part de poumon ;
- lorsqu'elle siège en périphérie, l'anomalie se raccorde en pente brusque à la paroi ou au médiastin ;
- en cas d'hyperclarté diffuse ou régionale, celle-ci s'accompagne toujours d'une réduction notable du calibre et/ou du nombre des vaisseaux pulmonaires (contrairement aux hyperclartés d'origine pariétale, qui ne s'accompagnent jamais d'hypovascularisation).

■ **Les opacités arrondies solitaires.** – Certains caractères permettent parfois d'évoquer leur étiologie :

La taille : une opacité de plus de 4 centimètres de diamètre correspond souvent à une lésion maligne souvent primitive, parfois secondaire. Cependant, les lésions bénignes (séquestrations pulmonaires, kyste hydatique) peuvent dépasser ce diamètre.

Le contour : les lésions bénignes ont souvent un contour régulier et continu, des limites floues irrégulières ou spiculaires et sont en faveur d'une lésion maligne.

Le contenu : une calcification au sein de l'opacité signifie habituellement : lésion bénigne et peut permettre d'arrêter là les investigations. Les calcifications centro-nodulaires multiples ou lamellaires concentriques sont fréquentes dans les granulomes inflammatoires et en particulier dans la tuberculose. Les calcifications plus volumineuses et denses évoquent un hamartome. Les kystes hydatiques pulmonaires ne se calcifient pratiquement jamais.

Les lésions associées : de petites opacités satellites évoquent un granulome

inflammatoire. Des vaisseaux convergeant vers l'opacité sont en faveur d'une fistule artério-veineuse.

■ **Les opacités arrondies multiples.** – Elles sont habituellement de taille inégale et évoquent avant tout des métastases pulmonaires (lâcher de ballons) ou des kystes hydatiques multiples.

D'autres étiologies beaucoup plus rares peuvent se rencontrer (certaines formes de sarcoïdose, de tuberculose, de léiomyome bénin, de maladie de Hodgkin).

■ **Les images cavitaires.** – Certaines lésions primitivement alvéolaires, interstitielles ou bronchiques peuvent aboutir à la nécrose du parenchyme. Lorsque la lésion s'ouvre dans une bronche, le pus s'évacue et l'air peut pénétrer dans la cavité.

L'abcès du poumon constitué. – C'est une hyperclarté située dans une opacité contenant ou non un niveau liquide.

Classiquement, les limites externes de l'opacité sont floues et les limites internes régulières, le parenchyme voisin est souvent normal.

La caverne tuberculeuse. – Elle se présente comme un abcès :

- mais le niveau liquide est inconstant car son siège est apical et le liquide se draine facilement,

- la bronche de drainage est parfois visible sous la forme d'une hyperclarté linéaire entourée de deux bandes opaques, se dirigeant vers le hile,

- le parenchyme voisin est souvent le siège de petits nodules satellites.

L'examen bactériologique confirme le diagnostic.

La tumeur maligne excavée primitive ou secondaire. – L'hyperclarté est habituellement située au sein d'une opacité de siège périphérique.

Classiquement, sa limite externe est nette et sa limite interne irrégulière et anfractueuse. Ces caractères la distinguent en théorie de l'abcès du poumon. En fait, ces signes ne sont pas formels la bronchoscopie s'impose toujours.

Cas particuliers. – Certaines images cavitaires sont caractéristiques.

- Image en grelot : une opacité plus ou moins volumineuse, mobile à l'intérieur de la cavité et située dans la partie déclive, est évocatrice d'une greffe aspergillaire, développée dans une cavité pré-existante.

- Image en croissant : réalisée par une clarté méniscale, située à la partie supérieure de l'opacité, elle évoque un kyste hydatique.

■ **Les hyperclartés cerclées (bulles).** – Ce sont des hyperclartés :

- à contours bien limités

- cernées d'un fin liseré

- surtout visibles en tomographie

- entourées de parenchyme sain

- pouvant contenir un niveau liquide, ou une image en grelot, dans le cas d'une infection ou d'une greffe aspergillaire

- totalement avasculaires.

Leurs étiologies sont l'emphysème bulleux dystrophique, les kystes aériens secondaires aux obstructions bronchiques acquises, la polykystose pulmonaire congénitale.

■ **Les hyperclartés diffuses et localisées.** – Le diagnostic de ces anomalies repose essentiellement sur des signes de distension pulmonaire et de raréfaction vasculaire périphérique.

Les hyperclartés diffuses bilatérales (emphysème dystrophique). – L'emphysème se définit par une augmentation anormale du volume de l'espace aérien, au-delà des bronchioles terminales, avec rupture des cloisons interalvéolaires et destruction du lit capillaire. Il aboutit à l'insuffisance respiratoire et au cœur pulmonaire chronique.

Il en existe 2 types :

- l'emphysème centro-lobulaire à début apical ; il succède habituellement à une bronchite chronique ;
- l'emphysème pan-lobulaire siège surtout aux bases et en avant ; son étiologie est indéterminée.

Les hyperclartés localisées (souvent unilatérales). – Elles sont d'origine bronchique ou vasculaire. Nous les avons déjà envisagées dans ces syndromes.

Hyperclartés avec trappage. – Le cliché en expiration forcée montre une augmentation relative de l'hyperclarté, sans réduction notable de volume du territoire concerné.

Le secteur situé en aval de l'obstacle qui constitue une valve reste clair, l'hyperpression alvéolaire entraînant une diminution du lit vasculaire.

Étiologie : obstacle incomplet d'une bronche lobaire ou segmentaire (corps étranger chez l'enfant voir page 404), tumeur bronchique (ou obstruction distale), polysténoses bronchiques périphériques généralement secondaire à une bronchopneumopathie de l'enfance (syndrome de Mac Leod).

Hyperclartés sans trappage. – Le cliché en expiration forcée montre une réduction de volume du territoire pathologique, avec parfois diminution de l'hyperclarté. On en distingue 2 types :

- l'hyperaération compensatrice, secondaire à une résection pulmonaire partielle, ou à une atelectasie lobaire ;
- l'hyperclarté par cause circulatoire, déjà étudiée dans le syndrome vasculaire, a deux grandes étiologies : l'hypoplasie ou l'agénésie des artères pulmonaires et l'embolie pulmonaire.

■ **Les calcifications :**

- Les calcifications isolées ont déjà été évoquées (voir page 233).
- Les calcifications multiples disséminées dans les deux champs évoquent : une ancienne tuberculose, une silicose, une varicèle de l'adulte, une hémosidérose, plus rarement une métastase d'un chondrosarcome ou d'un ostéosarcome.

I. – EN PRATIQUE

En pratique, l'analyse d'un cliché thoracique doit se faire en tentant de classer les anomalies rencontrées dans un des syndromes que nous avons envisagés : syndrome pariétal, pleural, médiastinal, alvéolaire, interstitiel, bronchique, vasculaire ou parenchymateux.

Comme nous l'avons vu, de nombreuses affections peuvent associer plusieurs syndromes élémentaires. De plus, certaines pathologies peuvent être classées dans plusieurs cadres ; ainsi l'emphysème peut être classé dans le syndrome vasculaire, dans les hyperclartés du syndrome parenchymateux, voire dans le syndrome bronchique.

Ces divisions en différents syndromes peuvent paraître un peu scolaires mais doivent cependant toujours guider l'analyse du cliché.

La transparence d'un champ pulmonaire est en rapport direct avec les épaisseurs cumulées des différentes structures traversées par le faisceau de rayons X depuis le tube jusqu'à la cassette.

- L'air traversé par le faisceau, qu'il soit en dehors du sujet ou dans les alvéoles pulmonaires, ne joue pratiquement aucun rôle dans l'absorption du faisceau ; il ne faut donc jamais raisonner à partir de l'air : une hyperclarté (ou « hyperaération ») doit toujours être considérée comme secondaire à une diminution d'épaisseur des structures hydriques qu'elle soit d'origine pariétale ou vasculaire (raréfaction de la vascularisation pulmonaire, voire disparition complète au sein d'une bulle ou d'un pneumothorax).

- Le faisceau de rayons X est absorbé par les structures denses (calciques, hydriques, voire graisseuses) normales ou pathologiques. La transparence d'un « champ pulmonaire » est donc en rapport direct avec l'épaisseur cumulée des parois thoraciques, des plèvres, du parenchyme pulmonaire (contenant principalement les vaisseaux, mais aussi les bronches, le tissu interstitiel, les parois alvéolaires).

Sur un cliché en expiration la transparence pulmonaire est diminuée du fait de la réduction du volume thoracique ; l'expiration de l'air va « tasser » les différents éléments du parenchyme pulmonaire dont la densité s'accroît. *En conclusion*, pour analyser un cliché pulmonaire il faut :

- Suivre le plan d'analyse systématique.
- Raisonner essentiellement à partir de l'épaisseur des différentes structures hydriques et négliger l'influence de la quantité d'air intra-pulmonaire.
- Tenter de classer dans tel ou tel syndrome les anomalies rencontrées.

IV. – RADIOLOGIE CLINIQUE

Nous nous limiterons, dans un bref survol, aux étiologies les plus fréquentes.

I. – LES PNEUMOPATHIES INFECTIEUSES

■ *Les pneumonies virales*, ce sont les plus fréquentes. Elles se manifestent par un syndrome alvéolaire mal systématisé siégeant de préférence aux bases, parfois associé à une discrète réaction pleurale ; assez fréquemment les opacités sont multiples. La régression radiologique se fait en dix à quinze jours, plus lentement que l'évolution clinique.

Dans certaines conditions, un œdème diffus du poumon peut révéler une infection virale.

■ **La pneumonie franche lobaire aiguë à pneumocoque** entraîne classiquement un syndrome alvéolaire systématisé s'étendant à tout un lobe. Repéré plus précocement, ce syndrome alvéolaire n'occupe qu'un segment et s'appuie habituellement sur une scissure.

■ **Certains germes** ont une expression radiologique particulière :

- *Le staphylocoque doré* évolue habituellement vers l'abcédation soit de tout un lobe, soit de nodules multiples disséminés dans les deux champs (en cas de dissémination hémotogène).

- *Les Klebsiella* (Friedlander), chez les sujets débilisés ou immuno-déprimés entraîneront souvent une opacité systématisée, à limite scissurale bombée, convexe vers le poumon sain, évoluant souvent vers la nécrose et la pleurésie purulente.

- *Pneumocystis carinii*, cytomégalo-virus, herpès : chez les sujets immuno-déprimés, ils peuvent être responsables d'opacités diffuses bilatérales et confluentes et d'images miliaires.

■ **Les abcès du poumon :**

- *Avant la vomique* : opacités plus ou moins denses, plus ou moins étendues à bords mal limités : évoquant une pneumopathie banale.

- *Après la vomique* : image hydroaérique avec niveau liquide horizontal en position debout, les parois de la cavité sont peu épaissies et la surface interne est régulière. Sous traitement, la cavité diminue de volume et la zone péri-cavitaire se résorbe.

Devant tout abcès du poumon sans cause évidente, il faut toujours faire une bronchoscopie à la recherche d'une tumeur hilare responsable.

■ **La tuberculose** : elle frappe actuellement essentiellement les populations à haut risque.

a) **La primo-infection :**

- soit adénopathie médiastinale pouvant entraîner chez l'enfant une compression bronchique ;

- le chancre d'inoculation réalisant une petite image pulmonaire à contour flou, est rarement associé (complexe ganglio-pulmonaire). En cas de fistule ganglio-bronchique, une dissémination bronchogène unilatérale ou une pneumonie tuberculeuse est possible ;

- soit pleurésie séro-fibrineuse unilatérale.

b) **La tuberculose post-primaire :**

- soit miliaire (par dissémination hémotogène) : micro-nodules disséminés dans les deux champs et prédominant aux bases ;

- soit nodules de 3 à 15 millimètres de diamètre, parfois confluentes en plages irrégulières plus ou moins bien limitées, réalisant des *infiltrats*, ailleurs s'excavant. Siégeant habituellement à l'*apex* et souvent des deux côtés.

- La pneumonie tuberculeuse réalisant une opacité lobaire.

- L'épanchement pleural peut accompagner toutes les lésions tuberculeuses.
- Le tuberculome réalise une opacité de 0,5 à 5 centimètres de diamètre ; il peut rester stable, se calcifier ou aboutir à une caverne.
- Les séquelles : l'évolution habituelle est la calcification ; les lésions nodulaires des sommets entraînent souvent à leur stade cicatriciel, une rétraction des deux lobes supérieurs avec une surélévation des hiles et des travées denses intercléido-hilaires. Le siège bi-apical associé ou non avec de petites calcifications signe l'étiologie tuberculeuse.

■ **L'aspergillose.** - L'aspergillose secondaire est la plus fréquente et colonise une cavité pré-existante. L'image en grelot mobile selon les positions du sujet en est l'aspect caractéristique.

■ **L'hydatidose pulmonaire** est fréquente chez les sujets originaires des zones d'endémie ; elle réalise des opacités arrondies ou ovalaires uniques ou multiples, jamais calcifiées. Parfois existe une image hydroaérique, d'abord en ménisque puis sous forme de membrane flottante.

II. - LES BRONCHOPATHIES

■ **La bronchite chronique :** elle n'a au début aucun signe radiologique. Ultérieurement, l'épaississement des parois bronchiques et un œdème interstitiel péri-broncho-vasculaire peuvent se voir.

■ **L'emphysème (broncho-pneumopathies chroniques obstructives) :**

Associé, et alors secondaire à une bronchite chronique, ou d'apparence primitive il se traduit radiologiquement par différents signes :

- hypertransparence pulmonaire par destruction du lit vasculaire,
- abaissement et aplatissement des coupes diaphragmatiques,
- augmentation de volume de l'espace clair rétro-sternal sur le profil du fait du bombement antérieur du thorax,
- parfois, présence de bulles apicales ou inférieures,
- la comparaison des clichés en inspiration et en expiration forcée confirme la distension thoracique :
- élargissement des espaces intercostaux
- coupes horizontales, peu mobiles
- hyperclarté persistante des zones atteintes
- diminution paradoxale du volume cardiaque.

■ **L'asthme :**

- Le cliché radiologique est normal en cas d'asthme récent.
- En crise le piégeage de l'air est important et entraîne une distension thoracique. L'intérêt majeur de la radiographie est d'éliminer une pneumopathie infectieuse surajoutée.
- Chez les asthmatiques de longue date, un emphysème est habituellement intriqué.
- Des infiltrats labiles (Loeffler) peuvent s'observer chez les asthmatiques (de même que lors de parasitoses). L'aspect radiologique habituel est celui

d'opacités de type alvéolaire souvent bilatérales de siège plutôt périphérique, évoluant rapidement (une éosinophilie importante est habituelle).

■ **La dilatation des bronches (DDB) :**

– La maladie bronchiectasique diffuse entraîne parfois sur le cliché standard un aspect réticulé à mailles grossières, ou des images aréolaires plus ou moins étendues. La bronchographie précise l'aspect et l'étendue des lésions (voir syndrome bronchique).

– Les bronchiectasies localisées se manifestent sous la forme de pneumopathies récidivantes. Ces récides dans le même territoire attirent l'attention. La bronchoscopie retrouve habituellement la cause ; sténose relative à l'origine de la bronche lobaire ou segmentaire. La bronchographie complètera le bilan des lésions, et vérifiera l'intégrité de l'ensemble du réseau bronchique.

■ **La mucoviscidose.** – Au début l'image thoracique est souvent normale, les surinfections répétées doivent attirer l'attention et faire confirmer le diagnostic par le test à la sueur. Ultérieurement, les signes radiologiques sont variés associant un emphysème diffus, des atélectasies passagères, des images d'épaississement des parois bronchiques, enfin des opacités de bronchocèle.

III. – LES PNEUMONIES D'INHALATION

■ **Les pneumoconioses** (inhalation de particules minérales sur les lieux de travail), d'où l'intérêt d'une enquête professionnelle minutieuse.

La **silicose** réalise de multiples aspects radiologiques selon son stade et sa gravité : opacités nodulaires allant de la miliaire à des nodules de 1 centimètre de diamètre, prédominant aux sommets et dans les régions moyennes, opacités confluentes des mêmes régions, pouvant revêtir l'aspect de masse pseudo-tumorale, adénopathies hilaires parfois calcifiées en « coquille d'œuf », emphysème bulleux au stade évolué. Enfin, une surinfection en particulier tuberculeuse est possible.

L'**asbestose** (fibres d'amiante) : les lésions pleurales sont les plus évocatrices, sous la forme de calcifications en plaque de la plèvre surtout diaphragmatique. L'atteinte parenchymateuse réalise un aspect en verre dépoli ou réticulaire.

A un stade tardif, un mésothéliome pleural, voire un cancer gastrique peuvent survenir.

■ **Les alvéolites allergiques extrinsèques** (inhalation de particules organiques, type poumons des fermiers) : au début aspect miliaire ou réticulo-nodulaire, réversible, dès la cessation à l'exposition. Au stade chronique, fibrose interstitielle avec emphysème et image en rayons de miel.

■ **Les pneumopathies par inhalation de liquide** : liquide gastrique (syndrome de Mendelson) au cours d'un coma ou d'une anesthésie : opacités alvéolaires prédominant aux bases souvent à droite, apparaissant quelques heures après l'inhalation.

■ **Inhalation de corps étrangers** fréquente chez l'enfant (cacahuètes) et le plus souvent radio-transparents. Le cliché en expiration montre le piégeage unilatéral de l'air, le plus souvent à droite, du fait de la disposition des bronches (voir page 404).

IV. – LES TUMEURS

■ **Les tumeurs broncho-pulmonaires malignes primitives :**

- les tumeurs primitives des gros troncs bronchiques sont habituellement révélées par un trouble de ventilation (atélectasie) ou une surinfection ;
- les tumeurs primitives bronchiolaires distales se traduisent par une opacité périphérique grossièrement arrondie de taille très variable, dont les contours peuvent être nets, flous ou hérissés. En cas d'excavation, la paroi est épaisse et les contours internes irréguliers.

Toute opacité de densité hydrique de plus de 3 centimètres, *a fortiori* si elle augmente de volume rapidement, doit faire évoquer une tumeur maligne.

■ **Les tumeurs malignes secondaires.** Trois formes :

- opacités arrondies uniques, ou multiples (lâcher de ballons) ;
- opacités micro-nodulaires disséminées (miliaire carcinomateuse) ;
- lymphangite carcinomateuse : œdème interstitiel avec trabéculations hilaires, flou des vaisseaux, lignes de Kerley.

■ **Les tumeurs pulmonaires bénignes :** elles sont très rares. Cependant il faut savoir qu'une opacité arrondie intra-pulmonaire *contenant une calcification est pratiquement toujours bénigne.*

■ **Les hémopathies :**

- Les hématosarcomes : sont responsables habituellement d'adénopathies, surtout antéro-supérieures, pré-et latéro-trachéales, bilatérales et asymétriques. Les atteintes parenchymateuses sont présentes dans 15 % des cas, toujours associées à l'atteinte médiastinale.
- Dans les leucoses, l'atteinte médiastinale est possible, les opacités parenchymateuses sont souvent secondaires à une surinfection.

V. – LA PATHOLOGIE VASCULAIRE PULMONAIRE

■ **L'embolie pulmonaire :**

- Le plus souvent la radiographie pulmonaire est normale.
- L'embolie d'un gros tronc entraîne parfois :
 - une ascension de la coupole diaphragmatique correspondante,
 - une hyperclarté par hypovascularisation,
 - une amputation en tronc de cône de l'artère pulmonaire atteinte.
- L'image de l'*infarctus pulmonaire* est une opacité alvéolaire, de siège périphérique, toujours accolée à la plèvre périphérique ou scissurale, accompagnée habituellement d'une réaction pleurale. L'infarctus disparaît en général lentement de la périphérie vers le centre ; parfois, il se nécrose, s'infecte et s'excave.

■ *L'œdème aigu du poumon (OAP), les anévrismes*, sont envisagés au chapitre Cœur.

VI. – LES MALADIES DE SYSTÈME

Nous envisagerons la plus fréquente : la sarcoïdose (BBS).

Les aspects radiologiques se définissent en fonction du stade évolutif.

Au stade I ce sont des adénopathies médiastinales, presque toujours hilaires, bilatérales et symétriques.

Au stade II, disséminations parenchymateuses :

- opacités réticulo-nodulaires ou miliaires prédominant autour des hiles et dans la partie moyenne des champs pulmonaires ;
- opacités alvéolaires chroniques ;
- opacités arrondies multiples, bien limitées, aspect en lâcher de ballons.

Au stade III, apparaît la fibrose pulmonaire qui est irréversible et évolue toujours, mais lentement, vers l'insuffisance respiratoire contrairement aux deux stades précédents qui peuvent régresser totalement.

VII. – LES AFFECTIONS RARES

Nous nous limiterons à :

■ *L'histiocytose X* : aspect de fibrose interstitielle évoluant souvent vers des bulles, pouvant entraîner des pneumothorax. Parfois, opacités rondes isolées ou multiples. Toujours rechercher des localisations osseuses, crâniennes ou costales.

■ *Les malformations congénitales* (Voir Pédiatrie page 404).

VIII. – LES TRAUMATISMES PULMONAIRES

La radiographie pulmonaire y a une place très importante :

■ *Des fractures de côte* doivent toujours faire rechercher :

- un pneumothorax total ou partiel d'où l'intérêt d'un cliché en expiration ;
- un épanchement par hémithorax, l'association réalisant un hémopneumothorax.

■ *Les traumatismes du parenchyme pulmonaire* :

- la contusion pulmonaire apparaît vers la sixième heure sous la forme d'un comblement alvéolaire localisé, net au deuxième jour, et disparaît en une semaine environ ;
- l'hématome pulmonaire : véritable dilacération du parenchyme, la pneumatocèle se remplit secondairement de sang. Elle forme dans les jours suivants une opacité dense, bien limitée à contours nets, qui régresse en plusieurs semaines de la périphérie vers le centre.

■ *La rupture trachéo-bronchique* est fréquemment associée à une fracture des trois premières côtes. Elle entraîne :

- une atélectasie massive et précoce d'un lobe ou d'un poumon
- toujours un pneumo-médiastin, parfois un pneumothorax
- souvent un hémopneumothorax.

■ *La rupture de l'œsophage* se révèle d'abord par un pneumo-médiastin, puis rapidement par une médiastinite ou une pleurésie purulente.

■ *La rupture des gros vaisseaux* entraîne progressivement un élargissement du médiastin supérieur et peut évoluer vers un hémomédiastin rapidement mortel. Lorsque la rupture vasculaire a été incomplète, elle peut passer inaperçue et n'être découverte que plus tard, sous la forme d'un anévrisme parfois calcifié.

5

CŒUR ET VAISSEAUX

par

N. VASILE et J.P. MONNIER

I. – L'EXPLORATION DU CŒUR

A. – TECHNIQUES D'EXPLORATION ET ANATOMIE RADIOLOGIQUE NORMALE

I. – LES QUATRE INCIDENCES CLASSIQUES

■ *Techniques :*

Pour réduire l'agrandissement de la silhouette :

- la distance foyer-film est au moins égale à 1,50 mètre (télécoeur) ;
- le cœur est placé le plus près possible du film : de face, le sujet est placé face à la cassette (incidence postéro-antérieure), le profil sera un profil gauche, les obliques, des obliques antérieures.

En oblique antérieure gauche (O.A.G.) le sujet avance son épaule gauche vers le film et se place à 45 degrés environ, et inversement pour l'O.A.D.

La haute tension est indispensable, elle permet de traverser la masse cardiaque.

L'œsophage sera opacifié par une gorgée de baryte dans chaque incidence.

Enfin le cliché sera pris en inspiration.

Ainsi est réalisé un *télécoeur sous quatre incidences*.

■ *Schématisation* (fig. 5-1). – Dans le thorax, le cœur est un ovoïde à grand axe oblique dirigé en avant, à gauche et légèrement en bas. Sur une coupe axiale du sujet (type scanner), les ventricules sont en avant et à gauche, les oreillettes en arrière. La référence à cette coupe axiale (fig. 5-1) permet facilement de reconstituer la silhouette cardiaque, sous les différentes incidences.

■ *La face* (fig. 5-2). – Avant d'étudier ce cliché, on vérifiera qu'il est strictement de face : c'est-à-dire que l'extrémité interne des deux clavicules est symétrique par rapport à la ligne des épineuses dorsales.

Dans cette incidence, la silhouette cardio-vasculaire apparaît comme une opacité ovoïde paramédiane gauche, de forme triangulaire à sommet inférieur tronqué.

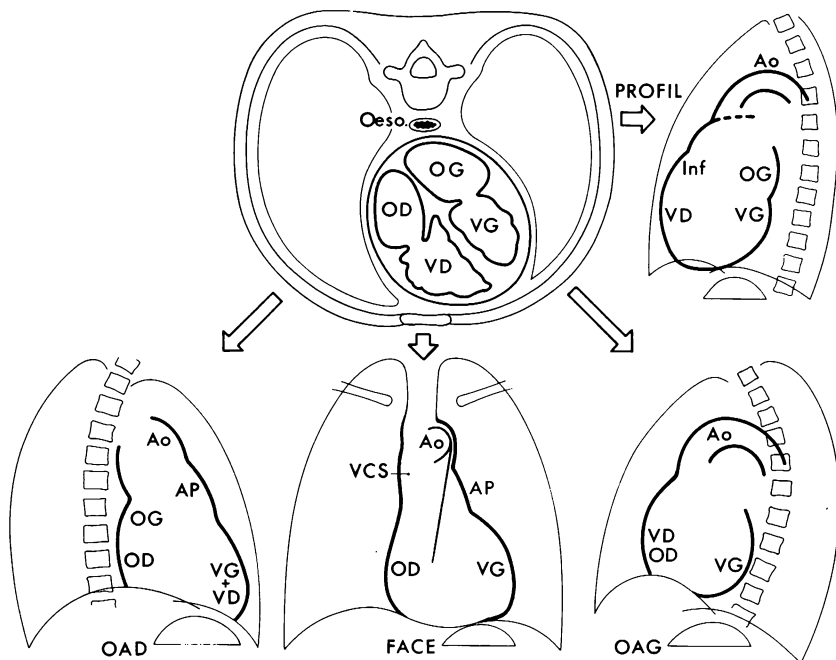


FIG. 5-1. – Coupe type scanner d'un sujet en procubitus.
Schématisation des 4 incidences.

Seuls les contours externes du cœur forment la « silhouette cardiaque ». Sur chaque incidence, sont mentionnées par leurs initiales les cavités cardiaques sous-jacentes au contour externe du cœur sous l'incidence considérée.

VCS: veine cave supérieure; OD: oreillette droite; VD: ventricule droit; *Inf*: infundibulum pulmonaire; AP: artère pulmonaire; OG: oreillette gauche; VG: ventricule gauche; Ao: aorte; TVBC: tronc veineux brachio-céphalique.

Ces abréviations seront utilisées pour tous les schémas de ce chapitre.

Noter l'emplacement de la poche à air, toujours située à gauche sur toutes les incidences, ce qui permet facilement d'orienter les clichés sur le négatoscope.

Le bord droit comprend trois arcs :

- l'*arc inférieur droit*, légèrement convexe en dehors, correspond au *bord externe de l'oreillette droite* ; en inspiration profonde l'abouchement de la VCI peut être visible dans l'angle candio-phrénique.
- l'*arc moyen droit*, rectiligne, correspond au bord externe de la veine cave supérieure (sauf chez le sujet âgé, voir plus loin) ;
- l'*arc supérieur droit* correspond au tronc veineux *brachio-céphalique droit*.

Le bord gauche comprend trois arcs nettement individualisés :

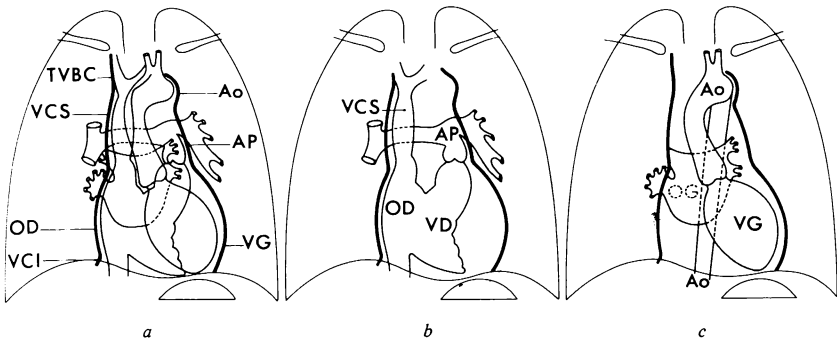


FIG. 5-2. – La silhouette cardiaque de face.

- a) Les cavités participant à la formation de la silhouette cardiaque (les cavités ne sont visibles que lors d'une angiocardigraphie).
- b) Schéma des cavités droites.
- c) Schéma des cavités gauches.

– *l'arc inférieur gauche*, convexe à grand rayon, correspond au bord gauche de la chambre de chasse du *ventricule gauche*. La pointe du cœur se dégage du diaphragme en inspiration profonde, correspond à la pointe du *ventricule gauche* ;

– *l'arc moyen gauche*, légèrement en retrait sur les deux arcs extrêmes, a une limite supérieure nette ; sa limite inférieure est d'appréciation dynamique. Habituellement rectiligne ou très discrètement convexe, il répond au bord gauche du *tronc de l'artère pulmonaire* ;

– *l'arc supérieur gauche* ou bouton aortique, convexe à petit rayon, répond au bord gauche de la partie postérieure de la crosse aortique, ce segment se poursuit par le bord gauche de l'aorte descendante à travers la silhouette cardiaque (le bord droit de la crosse aortique marque son empreinte sur l'œsophage).

■ **L'oblique antérieure droite (OAD)** (fig. 5-3). – La silhouette cardiaque a un aspect triangulaire à base diaphragmatique. La masse cardiaque semble couchée sur la coupole diaphragmatique gauche. Le contour antérieur est bien limité, il vient pratiquement au contact de la paroi thoracique, le contour postérieur reste à distance du rachis dont il est séparé par l'œsophage opacifié.

C'est l'incidence élektive pour étudier l'*oreillette gauche*.

Le bord antérieur présente trois arcs :

– *l'arc inférieur*, convexe, correspond au contour du *ventricule droit* ou gauche selon la rotation du sujet (fig. 5-1) ;

– *l'arc moyen*, légèrement convexe, est formé par l'*infundibulum* et le *tronc de l'artère pulmonaire* ;

– *l'arc supérieur*, convexe, répond à la portion terminale de l'*aorte ascendante*.

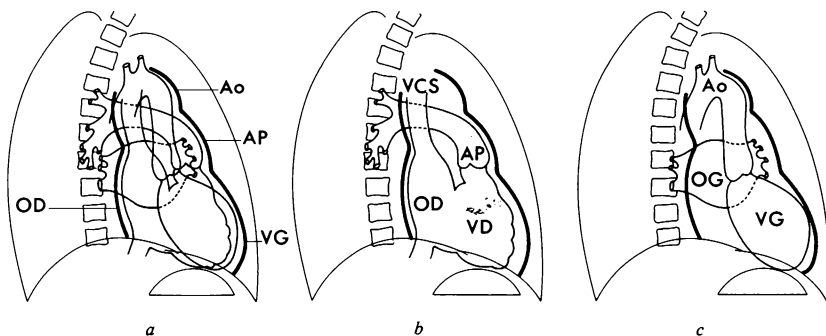


FIG. 5-3. – *Oblique antérieure droite : OAD.*

a) La silhouette est triangulaire, proche de l'aspect de face. La masse ventriculaire affleure la paroi thoracique antérieure.

b) Schéma des cavités droites.

c) Schéma des cavités gauches.

Le bord postérieur est presque vertical :

- la partie inférieure est formée par l'oreillette droite dans son tiers inférieur et l'oreillette gauche dans ses deux tiers supérieurs ;
- dans sa partie supérieure, le bord postérieur est mal défini.

■ **L'oblique antérieure gauche (OAG)** (fig. 5-4). – La silhouette cardiaque est arrondie, n'atteignant ni en avant ni en arrière les parois thoraciques (même en cas de volumineuse cardiomégalie). Le septum est perpendiculaire au plan du film, les cavités droites se superposent en avant et les cavités gauches en arrière. L'O.A.G. est l'incidence élektive pour étudier la *crosse aortique* et le *ventricule gauche*.

Le bord antérieur : est composé de deux arcs :

- *L'arc inférieur convexe* correspond à la chambre de chasse du *ventricule droit*, l'oreillette droite peut contribuer à former ce bord, lors de la systole ventriculaire.
- *L'arc supérieur*, fortement convexe, en avant est formé par l'aorte ascendante.

Le bord postérieur : comprend deux arcs :

- L'arc inférieur très convexe : son segment inférieur est constitué par la chambre de chasse du *ventricule gauche* et se prolonge au-dessus par l'oreillette gauche ;
- l'arc supérieur vasculaire n'a pas de contour continu, la *crosse aortique* est parfaitement bien déroulée et se situe au-dessus de la branche gauche de l'artère pulmonaire qui est située dans la fenêtrée aortique.

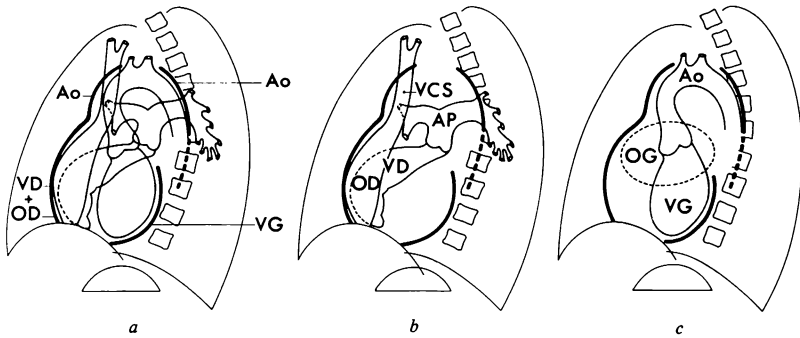


FIG. 5-4. – OAG.

- a) Le cœur vu par sa pointe apparaît ovoïde, restant à distance des parois thoraciques droites et gauches, l'aorte est déroulée.
 b) Schéma des cavités droites.
 c) Schéma des cavités gauches.

■ **Le profil ou transverse gauche** (fig. 5-5). – La silhouette cardiaque est ovoïde, séparée du sternum en avant par l'espace clair rétro-sternal et du rachis en arrière par l'espace clair rétro-cardiaque. L'œsophage opacifié est parallèle à la courbure vertébrale.

Le **bord antérieur** comprend trois arcs :

- *L'arc inférieur* correspond à la chambre de remplissage du *ventricule droit* surmonté par l'infundibulum pulmonaire.
- *L'arc moyen* correspond à la partie initiale du tronc de l'artère pulmonaire.
- *L'arc supérieur* convexe en avant, correspond à l'aorte ascendante.

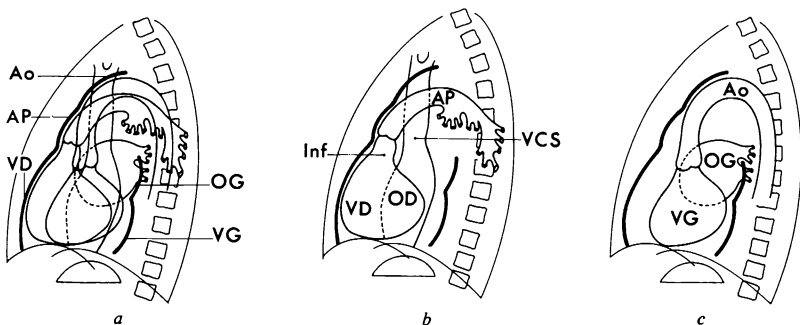


FIG. 5-5. – Transverse gauche (ou profil).

- a) Masse cardiaque ovoïde, espace clair rétro-sternal et rétro-cardiaque.
 b) Schéma des cavités droites.
 c) Schéma des cavités gauches.

Le bord postérieur comprend deux segments :

– *L'arc inférieur* est bien dessiné, correspond pour son tiers inférieur à la chambre de remplissage du *ventricule gauche* et pour ses deux tiers supérieurs au contour postérieur de *l'oreillette gauche*.

– *L'arc supérieur*, vasculaire est mal dessiné, et sans contour continu.

■ **Les variantes du cœur normal** (fig. 5-6) :

a) **Le cœur vertical du thorax longiligne** : le cœur est petit, médian (cœur en goutte), la pointe du cœur est au-dessus du diaphragme. L'arc moyen gauche allongé, est fréquemment convexe.

b) **Le cœur horizontal du thorax bréviligne** : il s'agit généralement de sujets obèses et de petite taille. Le cœur apparaît couché sur le diaphragme, sa pointe se rapproche de la paroi thoracique latérale, l'arc inférieur gauche est parfois fortement convexe et l'arc moyen gauche est souvent concave.

c) **Le cœur du sujet âgé** : il existe une rotation anti-horaire entraînant un arc inférieur gauche plus convexe et par ailleurs un déroulement aortique dont la portion ascendante vient former l'arc moyen droit sur l'incidence de face.

d) **Le cœur du nourrisson** (voir page 405).

e) **Le cœur des déformations thoraciques** : une cypho-scoliose, une anomalie du sternum, vont déformer la silhouette cardiaque.

f) **Les facteurs techniques** influencent la taille du cœur : un cliché dos-plaque ou en expiration (voir page 227) entraînent un agrandissement de la silhouette cardiaque.

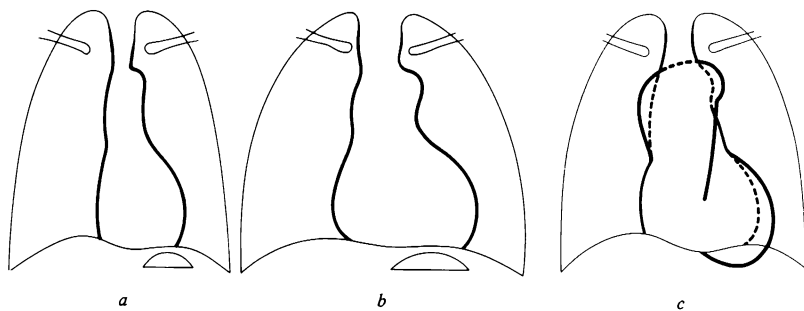


FIG. 5-6.

a) Cœur vertical du thorax longiligne ;

b) Cœur horizontal du thorax bréviligne.

c) Sujet âgé : déroulement aortique et HVG modérée.

II. – L'ANGIOCARDIOGRAPHIE

■ *Techniques*

a) **L'angiocardiographie globale par voie veineuse.** – Après ponction bilatérale d'une veine au pli du coude, l'injection d'une quantité suffisante de produit de contraste permet l'opacification vers la deuxième seconde de la veine cave supérieure et de l'oreillette droite, vers la troisième-quatrième seconde du ventricule droit et de l'artère pulmonaire ; entre la quatrième et la sixième seconde l'opacification artérielle et veineuse pulmonaire, enfin vers la huitième seconde l'opacification du ventricule gauche et de l'aorte et de ses branches.

Cette technique réalise une bonne opacification de la veine cave supérieure, moins bonne de la vascularisation pulmonaire et franchement médiocre des temps gauches (les techniques de digitalisation de l'image pourront améliorer les résultats ; voir page 41).

b) **L'angiocardiographie droite sélective.** – Une sonde est mise en place dans l'oreillette droite ou le ventricule droit. L'étude de la vascularisation pulmonaire nécessite une injection sélective dans le tronc de l'artère pulmonaire, voire dans une des branches de celle-ci (pour pouvoir réaliser un profil sans superposition).

c) **L'angiographie gauche sélective.** – La sonde est mise en place par voie fémorale rétrograde soit en sus-sigmoïdien (pour l'étude de la crosse ou la recherche d'une fuite diastolique) ou en intra-ventriculaire pour réaliser une ventriculographie.

■ **Radio-anatomie normale.** – Ce mode d'examen permet l'analyse de la topographie et de la forme des cavités cardiaques. L'incidence habituelle est la face (fig. 5-7) et parfois le profil.

III. – L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE

Méthode d'exploration morphologique et dynamique du cœur absolument atraumatique, pouvant ainsi être répétée. L'échocardiographie utilise le mode TM et bidimensionnel. Le mode A facilite le repérage.

Les indications de l'échocardiographie sont larges en particulier pour les valvulopathies, les cardiopathies congénitales et les épanchements péricardiques.

IV. – LE SCANNER

Cette méthode a peu d'intérêt pour l'étude des cardiopathies valvulaires car elle n'explore pas les mouvements des valves ni les régurgitations. Par contre, elle peut être utile pour le diagnostic des péricardites faiblement exsudatives, que l'on pourra localiser dans les parties déclives. Elle permet la visualisation des tumeurs cardiaques. Enfin elle présente un intérêt en

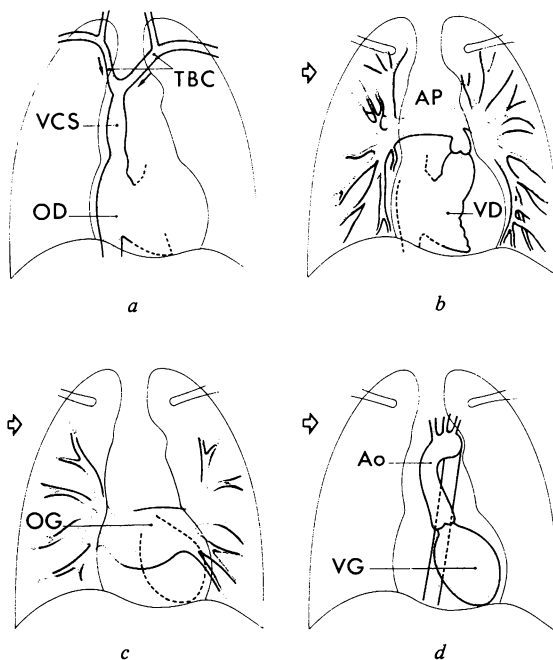


FIG. 5-7. – Angiocardiographie de face
(injection bilatérale par une veine du pli du coude).

- a) Troncs brachio-céphaliques, VCS et OD. (cavographie supérieure).
- b) VD et AP : noter la direction antéro-postérieure de la branche gauche de l'AP et la division de l'AP droite en deux branches.
- c) Convergence des veines pulmonaires vers l'OG.
- d) VG et crosse aortique.

pathologie vasculaire, en cas d'anévrisme ou de dissection aortique. L'injection intra-veineuse de produits iodés permet d'affirmer la nature vasculaire d'une opacité médiastinale.

B. – SÉMILOGIE RADIOLOGIQUE

I. – LES AUGMENTATIONS DE VOLUME DES CAVITÉS CARDIAQUES

Nous schématiserons les conséquences sur la silhouette cardiaque d'une augmentation isolée de chaque cavité (fig. 5-8).

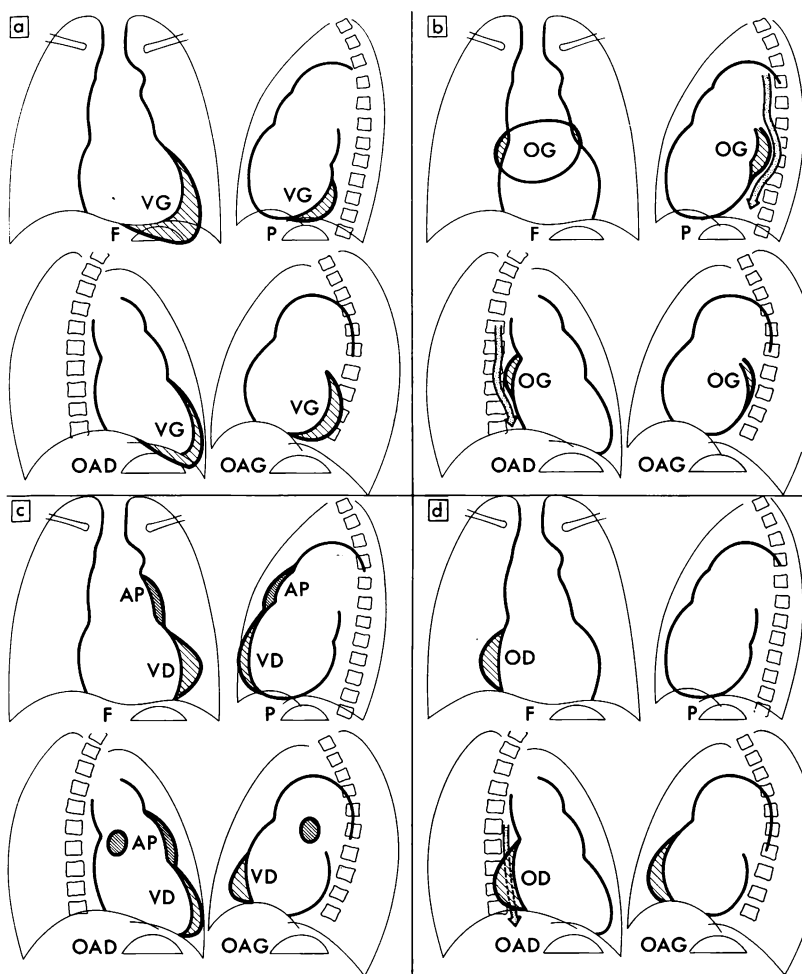


FIG. 5-8. — *Etude analytique des augmentations de volume des cavités cardiaques*
 a) VG ; b) OG ; c) VD + AP ; d) OD.

L'augmentation de volume se traduit par une saillie anormale en dehors de la silhouette cardiaque, du segment intéressé. Les incidences électorives pour leur exploration sont : a) HVG face et OAG ; b) HAG face et OAD ; c) HVD face et profil ; d) HAD face et OAD.

■ ***L'hypertrophie ventriculaire gauche*** (HVG) :

– **De face**, l'arc inférieur gauche s'allonge, devient fortement convexe ; la pointe ne se détache pas du diaphragme même en inspiration profonde.

– **En O.A.G. et en transverse gauche**, la partie inférieure du bord postérieur accentue sa convexité, comble l'espace clair rétro-cardiaque et empiète sur le rachis.

■ ***L'hypertrophie auriculaire gauche*** (H.A.G.) (fig. 5-12).

– **En O.A.D. et de profil**, l'OG fait saillie au niveau du bord postérieur (dans ses deux tiers supérieurs du segment inférieur) refoule l'œsophage en arrière.

– **De face**, l'oreillette gauche plus dense devient visible au sein de la masse cardiaque. Il se crée ainsi un double contour de l'arc inférieur droit (suivant le stade évolutif, il est situé en dedans, il croise ou dépasse en dehors le contour de l'oreillette droite).

Vers le haut, l'oreillette gauche refoule la bifurcation trachéale et horizontalise la bronche gauche.

L'auricule gauche peut faire saillie à la partie inférieure de l'arc moyen gauche.

■ ***L'hypertrophie ventriculaire droite*** (H.V.D.). – Visible surtout de face et de profil.

– **De face**, l'arc inférieur gauche est allongé, la pointe du cœur est surélevée et se détache du diaphragme.

– **En profil**, diminution de l'espace clair rétro-sternal.

– **En O.A.G.** : l'arc inférieur gauche du bord antérieur est fortement convexe en avant.

■ ***L'hypertrophie auriculaire droite*** (H.A.D.).

Visible de face et en O.A.D.

– **De face**, il existe un débord avec un arc inférieur droit convexe empiétant sur le champ pulmonaire droit.

– **En O.A.D.**, la convexité de l'arc inférieur droit est accentuée et comble la partie inférieure de l'espace clair rétro-cardiaque.

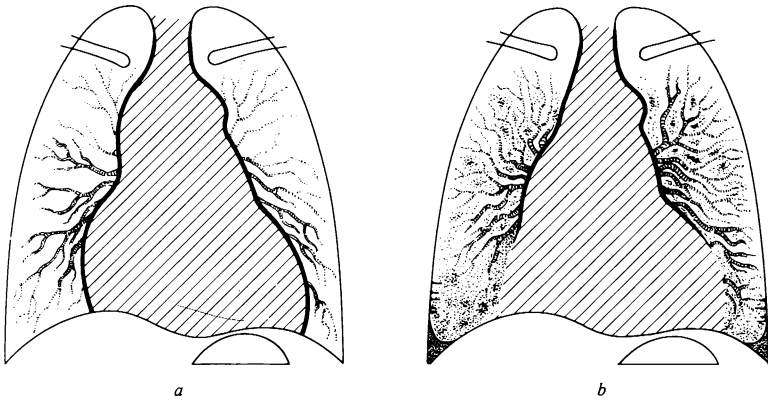
II. – LES CARDIOMÉGALIES GLOBALES

(fig. 5-9)

Une cardiomégalie globale droite et gauche donne un élargissement très important du diamètre cardiaque transverse, avec un cœur souvent peu mobile lors de l'étude en scopie sous amplificateur de brillance.

Le retentissement sur la vascularisation pulmonaire dépend de la cardiopathie causale.

Dans l'insuffisance cardiaque, il existe des signes de redistribution de la vascularisation pulmonaire associés à un œdème interstitiel des bases. Cette

FIG. 5-9. – *Cardiomégalias.*

a) Épanchement péricardique : gros cœur, contour net, vascularisation pulmonaire normale (en l'absence de constriction).

b) Insuffisance cardiaque : gros cœur à contour flou au niveau des bases du fait de l'œdème interstitiel (flou périvasculaire ligne de Kerley, épanchement pleural) et redistribution de la vascularisation pulmonaire.

association gros cœur et modifications de la vascularisation pulmonaire permet le diagnostic d'insuffisance cardiaque.

En cas d'épanchement péricardique, l'augmentation de volume transversal du cœur sera importante, le cœur devenant volontiers triangulaire, symétrique par rapport au bord gauche du sternum. Cette cardiomégalie va en haut masquer la portion initiale des hiles pulmonaires. Il n'existe pas de modification de la vascularisation pulmonaire, les angles cardio-phréniques sont nets, et bien dessinés (pas d'œdème interstitiel). Enfin, cette image de péricardite est très souvent variable d'un jour à l'autre.

III. – LA PATHOLOGIE AORTIQUE

■ *La coarctation* (voir page 272).

■ *Les anévrismes de l'aorte thoracique* (fig. 5-10). – Ils sont le plus souvent athéromateux. Leur morphologie est variable : dilatation fusiforme ou implantation sacciforme sur la paroi aortique. En pré-opératoire, il convient de faire un bilan topographique précis qui peut être réalisé par l'angiographie ou par le scanner.

La dissection aortique (hématome de la média avec rupture intimale) peut se traduire sur la radiographie standard par un élargissement du pédicule. La visualisation des deux chenaux et le bilan topographique peut se faire soit par aortographie soit par le scanner.

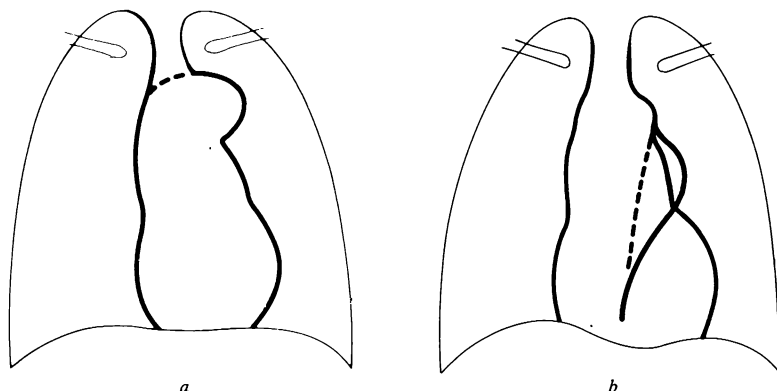


FIG. 5-10. – Anévrysmes de l'aorte thoracique

a) Déformation du bouton aortique par un anévrysme de la partie postérieure de la crosse (portion isthmique)

b) Anévrysme de l'aorte descendante à localisation purement thoraciques (un anévrysme thoraco-abdominal déformerait la ligne para-aortique au niveau de la traversée diaphragmatique).

IV. – LES MODIFICATIONS DE L'ARTÈRE PULMONAIRE

La dilatation de l'artère pulmonaire peut être consécutive à une sténose valvulaire pulmonaire (voir page 272) à un anévrysme (rare) ou bien s'intégrer dans une hypertension artérielle pulmonaire (voir page 244).

V. – LES CALCIFICATIONS CARDIAQUES

Leur recherche au sein de la masse cardiaque s'effectue sous amplificateur de brillance. L'étude de la dynamique des calcifications permet de porter un diagnostic topographique et étiologique. On pourra réaliser un enregistrement à l'aide d'un magnétoscope. Quelle que soit l'incidence, elles se projettent toujours à l'intérieur du cœur. Leurs mouvements sont synchrones de ceux du cœur et indépendants des mouvements respiratoires.

■ **Les calcifications mitrales** situées sur les valves sous la forme de plusieurs petits nodules irréguliers, dont la juxtaposition peut constituer des images arciformes. Elles sont visibles en OAD comme en OAG à la partie postéro-inférieure de la masse cardiaque. Le mouvement qui les anime est elliptique dans un plan presque horizontal.

■ **Les calcifications des valves aortiques** groupées en amas avec un aspect en « chou-fleur ». Elles sont situées plus haut et plus en avant au sein de la masse cardiaque. Leur mouvement est caractéristique : sur un axe vertical rectiligne, elles sautillent, l'abaissement étant très rapide et la remontée plus lente.

■ **Les calcifications du myocarde** peuvent être notées après nécrose myocardique compliquée ou non d'ectasie pariétale.

■ **Les calcifications péricardiques.** – Ces calcifications sont fines, linéaires, pouvant se hérissier de spicules. A un stade plus avancé, elles forment des plaques rubanées qui deviennent des anneaux et enfin des coques. Ces calcifications péricardiques siègent le plus souvent au niveau des sillons et de la face diaphragmatique du cœur.

■ **Les calcifications aortiques.** – Habituelles en particulier chez le sujet âgé et athéroscléreux, siègent sur la portion horizontale. L'existence de calcifications sur l'aorte ascendante témoignent le plus souvent d'une aortite sus-sigmoïdienne syphilitique éteinte et calcifiée. En fait, toutes les portions de l'aorte thoracique peuvent être touchées par le processus athéromateux. L'O.A.G. déroule complètement l'aorte thoracique.

C. – RÉSULTATS DE L'EXAMEN RADIOLOGIQUE DANS QUELQUES CARDIOPATHIES ACQUISES

I. – PHYSIOPATHOLOGIE DE LA VASCULARISATION PULMONAIRE AU COURS DES CARDIOPATHIES

■ **A l'état normal** (fig. 5-11). – Chez le sujet sain en position debout, la vascularisation pulmonaire prédomine aux bases. Ce phénomène est expliqué par la pesanteur (la différence de pression entre la base et l'apex est, en position debout, d'environ 25 centimètres d'eau, c'est-à-dire le poids de la colonne de liquide). Un cliché de thorax, fait tête en bas, entraîne une distribution à prédominance apicale de la vascularisation pulmonaire.

L'augmentation du débit cardiaque (sans augmentation des résistances pulmonaires : tachycardie, efforts, grossesse...) entraîne l'augmentation de la perfusion pulmonaire qui se fera essentiellement aux dépens des zones apicales, avec ainsi une *égalisation* de la vascularisation pulmonaire entre l'apex et la base.

■ **Physiopathologie.** – Un obstacle au retour veineux pulmonaire (rétrécissement mitral par exemple) entraîne une hypertension veineuse pulmonaire mesurable par la prise de la pression capillaire pulmonaire bloquée : pression capillaire moyenne (à l'état normal 5 à 10 mm de Hg).

Très schématiquement, compte tenu de la différence de pressions entre la base et l'apex, des modifications de la vascularisation vont apparaître :

a) **Une pression capillaire moyenne de 10 à 15 mm de Hg** entraîne une égalisation de la vascularisation entre les sommets et les bases. Comme cet aspect peut exister chez le sujet normal (même en dehors de toute augmentation de débit), ce signe est peu fiable, sauf si l'on possède des clichés antérieurs.

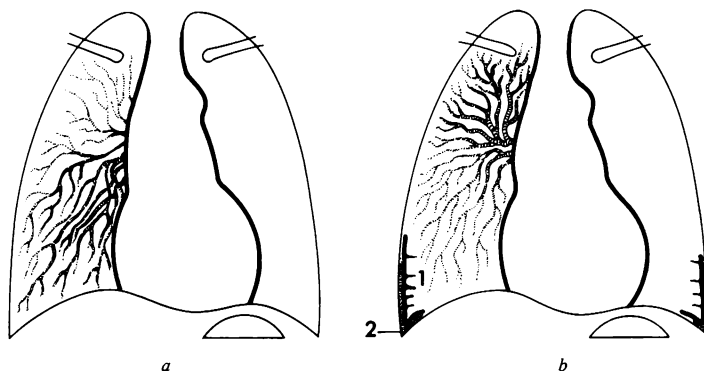


FIG. 5-11.

a) Vascularisation pulmonaire normale en position debout. La perfusion est maximum au niveau des bases.

b) L'augmentation de la pression capillaire pulmonaire entraîne un œdème interstitiel. Redistribution de la vascularisation, qui prédomine à l'apex, œdème interstitiel. 1, lignes de B de Kerley ; 2, épanchement sous-pleural ; flou périvasculaire.

b) Une pression capillaire moyenne de 15 à 25 mm de Hg : entraîne une redistribution de la vascularisation pulmonaire qui diminue au niveau des bases (où la pression est la plus forte), ce qui provoque nécessairement une redistribution de la vascularisation pulmonaire vers les sommets où la pression est moindre (et où en conséquence, l'œdème interstitiel a moins de chance de se produire).

c) A partir d'une pression capillaire moyenne d'environ 25 mm de Hg, à la redistribution, s'ajoute l'œdème interstitiel (voir page 240), au niveau des bases, l'œdème péri-broncho-vasculaire avec flou des vaisseaux, lignes de Kerley, et ligne bordante pleurale. (fig. 5-11).

d) Pression capillaire moyenne supérieure à environ 35 mm de Hg entraîne un œdème alvéolaire : opacités à contour flou, mal limitées, comportant un bronchogramme aérien, l'ensemble étant disposé autour des hiles en « ailes de papillon » (le corps du papillon étant formé par le médiastin).

Sous traitement tonocardiaque et diurétiques, ces opacités alvéolaires de l'O.A.P. régressent rapidement.

II. – LES AFFECTIONS MITRALES

■ Le rétrécissement mitral pur (RM) (fig. 5-12).

Il se traduit par une dilatation de l'oreillette gauche visible au début surtout sur l'O.A.D. et le profil, incidences mettant précocement en évidence

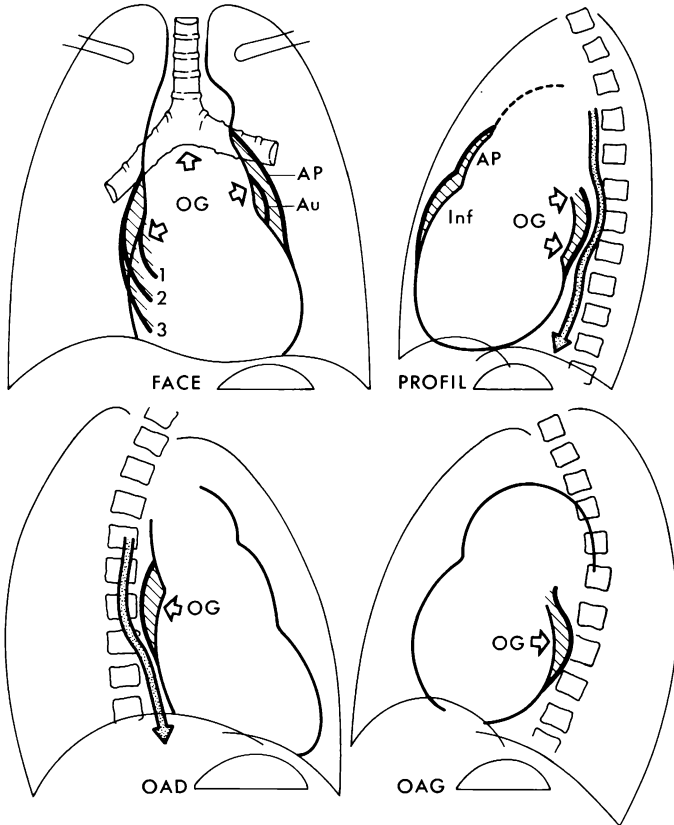


FIG. 5-12. – Sténose mitrale pure.

- *De face*, trois degrés de débord droit ont été schématisés suivant l'importance de l'H.A.G. La saillie de l'auricule gauche (AU) peut dépasser la saillie de l'artère pulmonaire et réaliser une image en double bosse. L'H.A.G. ouvre la carène et horizontalise la bronche souche gauche.
- *De profil*, l'OG comble la partie supérieure de l'espace clair rétro-cardiaque et refoule l'œsophage (signe précoce).
- *En O.A.D.*, refoulement de l'œsophage opacifié (signe précoce).
- *En O.A.G.*, l'hypertrophie de l'OG est mal visible.

l'empreinte de l'oreillette gauche sur la face antérieure de l'œsophage opacifié. Lorsque l'oreillette gauche est plus volumineuse, elle est visible sur le cliché de face, sous la forme d'une opacité arrondie au sein de l'ombre cardiaque, pouvant déborder, à des degrés divers, le bord droit du cœur. A ce stade, l'empreinte œsophagienne est évidente.

L'existence d'une hypertension artérielle pulmonaire se traduit sur le cliché de face, par une saillie de l'arc moyen gauche (tronc de l'artère pulmonaire) ; la saillie de l'auricule gauche peut venir déformer la partie inférieure de l'arc moyen gauche, réalisant la classique image « en double bosse ».

Un rétrécissement mitral serré entraîne une hypertension veineuse pulmonaire responsable d'un œdème interstitiel, voire d'un O.A.P.

Dans les formes évoluées, « vieilles », il peut exister une hypertrophie ventriculaire droite et des signes d'hypertension artérielle pulmonaire qui mettent le patient à l'abri des accidents aigus, type O.A.P.

L'échocardiographie (en temps réel) montre de façon directe la taille de l'orifice mitral, permet d'apprécier la souplesse des valves et de l'appareil sous-valvulaire. L'oreillette gauche dilatée est bien visible, on y recherchera toujours une thrombose.

■ **L'insuffisance mitrale pure** (I.M.) se traduit par une *dilatation de l'oreillette gauche* associée à l'*augmentation de volume du ventricule gauche*. (H.V.G. bien visible de face et en O.A.G.). L'examen sous amplificateur de brillance en O.A.D. après opacification œsophagienne révèle une expansion systolique de l'oreillette gauche.

L'échocardiographie. Dans sa forme pure : les signes échocardiographiques directs sont peu fiables ; par contre l'hyperkinésie du ventricule gauche et son augmentation de volume sont un bon signe direct (non spécifique). Le temps réel peut préciser l'étiologie de l'I.M. (rupture de cordage, végétations endocardiques par exemple).

■ **La maladie mitrale** (R.M. + I.M.). – Impose en pré-opératoire la réalisation d'une ventriculographie gauche à la recherche d'une fuite mitrale qui peut être prédominante et contre-indiquer alors une commissurotomie.

III. – LA PATHOLOGIE AORTIQUE

■ **L'insuffisance aortique.** – Le ventricule gauche est augmenté de volume avec, sur le cliché de face un arc inférieur gauche allongé, convexe, une pointe plongeant sous le diaphragme. En O.A.G., comblement de l'espace rétro-cardiaque. Le plus souvent, la crosse et la portion descendante de l'aorte sont dilatées.

L'échocardiographie : les signes indirects sont plus fiables que les signes directs : vibration diastolique des valves mitrales, dilation du V.G. sans épaississement des parois, hyperkinésie du V.G. En temps réel, il est possible de préciser le mécanisme de l'I.A.

■ **La sténose aortique.** – Le volume cardiaque est le plus souvent normal. Sur le cliché de face, la dilatation de l'aorte ascendante fait saillie au niveau de l'arc moyen droit qui devient convexe. L'existence d'un bord gauche du cœur arrondi et convexe fait suspecter une hypertrophie concentrique du V.G.

On recherchera toujours des calcifications aortiques sous amplificateur de brillance.

L'échocardiographie : le diamètre aortique est augmenté. Les valves épaissies s'ouvrent et se ferment lentement. La paroi du V.G. est hypertrophiée et la cavité augmentée.

D. – LES CARDIOPATHIES CONGÉNITALES

I. – CLASSIFICATION

■ *Cardiopathies par obstacle, sans shunt.*

Obstacle droit : sténose pulmonaire (voir page 272).

Obstacle gauche : coarctation aortique (voir page 272).

■ *Cardiopathies comportant une communication anormale avec shunt gauche-droit.*

a) *CIA (Communication interauriculaire)* (voir page 274).

b) *CIV (Communication interventriculaire)*. Communication anormale de l'étage ventriculaire. Elle entraîne un shunt dont l'importance dépend de la taille de l'orifice. Du point de vue radiologique, cœur normal ou cardiomégalie par hypertrophie ventriculaire droite, avec hypervascularisation pulmonaire.

c) *Persistance du canal artériel (PCA)* : communication entre l'aorte et l'artère pulmonaire, avec augmentation des pressions pulmonaires et syndrome artériel périphérique, comme dans les insuffisances aortiques par la fuite que représente le débit du canal.

Du point de vue radiologique, cardiomégalie avec hypertrophie des cavités gauches, hypervascularisation pulmonaire, dilatation de l'aorte.

■ *Cardiopathies comportant une communication anormale et un obstacle d'aval, entraînant un shunt droit-gauche.* – Le shunt ne se fait de la droite vers la gauche que si l'obstacle sur les voies droites élève les pressions dans les cavités droites à des chiffres supérieurs à ceux des cavités gauches.

a) *Obstacle orificiel ou infundibulaire* :

– *Tétralogie de Fallot T4F*. (voir page 275).
– *Triade de Fallot T3F* : CIA, sténose pulmonaire, cardiomégalie par HVD, poumon clair peu vascularisé.

b) *Obstacle tricuspide.*

– *Atrésie des valves tricuspidales* remplacées par un voile membraneux + CIA. Ventricule droit plus ou moins hypoplasique. CIV fréquente. Du point de vue radiologique : bord droit rectiligne, arc inférieur gauche convexe, artère pulmonaire grêle.

– *Maladie d'Ebstein* : anomalie de la tricuspide, avec déplacement vers le bas de l'anneau tricuspidien, stagnation dans la cavité droite sus-valvulaire. CIA éventuelle responsable du shunt et de la cyanose. Du point de vue radiologique, cardiomégalie, avec débord droit, artère pulmonaire petite.

c) **Obstacle artériolaire pulmonaire.** – Syndrome d'Eisenmenger : toute cardiopathie associant une communication anormale et une égalité de pression artère pulmonaire-aorte.

■ **Cardiopathies par erreur de cloisonnement avec shunt bidirectionnel.**

a) **Transposition complète.** – L'aorte naît du VD, l'artère pulmonaire du VG. Les deux circulations sont indépendantes, d'où nécessité de shunts bidirectionnels (CIA, CIV, PCA). Du point de vue radiologique, cardiomégalie plus ou moins importante, pédicule étroit (aorte et AP sont dans le même plan sagittal). Arc moyen creux, hypervascularisation pulmonaire.

b) **Truncus arteriosus.** – L'artère pulmonaire ou ses branches naissent de l'aorte en aval d'une CIV, entraînant une cardiomégalie, un arc moyen creux contrastant avec l'hypervascularisation pulmonaire.

Dans toutes ces malformations, l'angiographie est capitale ; elle permet d'établir le diagnostic en faisant le bilan des lésions (fréquence des associations lésionnelles) et de juger de l'état anatomique des différents éléments permettant la discussion chirurgicale.

II. – SEMIOLOGIE DES CARDIOPATHIES CONGÉNITALES LES PLUS FRÉQUENTES

Une approche diagnostique est possible par l'analyse de la silhouette cardiaque (à la recherche d'une modification d'une cavité ou des gros vaisseaux) et à l'étude de la vascularisation pulmonaire (normale, augmentée par les shunts gauche-droit, ou diminuée dans les shunts droit-gauche cyanogènes).

■ **La sténose orificielle pulmonaire** (fig. 5-13) est une des plus fréquentes cardiopathies congénitales isolées ou associées à d'autres malformations. La sténose, plus ou moins serrée, est consécutive à une fusion des trois valves, avec persistance pour seul orifice d'un gicleur. Il en résulte une hyperpression dans le ventricule droit et une diminution du débit dans l'artère pulmonaire. La conséquence est une hypertrophie ventriculaire droite d'importance variable et une augmentation de volume du tronc de l'artère pulmonaire. Ces anomalies sont bien visibles de face et en O.A.D. La dilatation de l'artère pulmonaire (siégeant après la sténose) est consécutive au jet sanguin frappant violemment la paroi de l'artère pulmonaire.

Suivant le degré de sténose, la vascularisation pulmonaire est soit normale, soit diminuée.

L'angiographie est pratiquée par injection sélective dans le ventricule droit en incidence de profil (fig. 5-13).

■ **La coarctation aortique** (fig. 5-14). – Il s'agit d'un rétrécissement plus ou moins étendu siégeant le plus souvent à l'isthme aortique (juste en aval de la naissance de l'artère sous-clavière gauche).

Cliniquement son diagnostic est aisé devant une hypertension aux membres supérieurs associé à une diminution des pouls fémoraux. Cette sténose aortique a pour conséquence hémodynamique une hyperpression d'amont avec

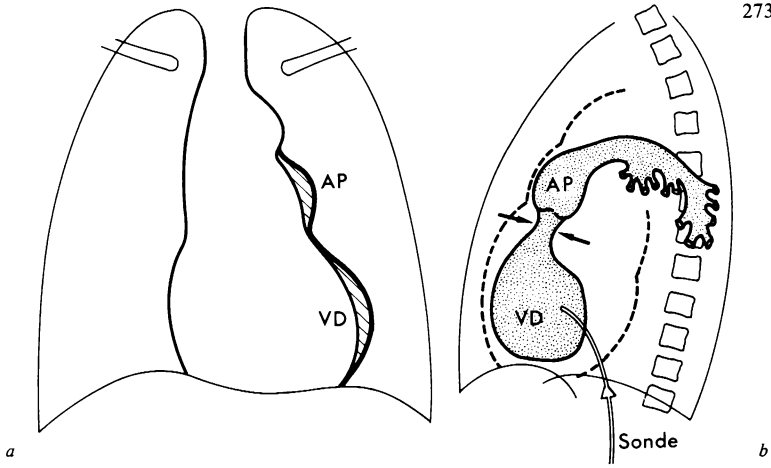


FIG. 5-13. — Sténose orificielle pulmonaire.

a) De face : saillie de l'arc moyen gauche (dilatation de l'AP) aspect convexe de l'arc inférieur gauche dont la pointe s'écarte du diaphragme (HVD).

b) Angiographie sélective par une sonde placée dans le VD : de profil : sténose valvulaire pulmonaire, avec dilatation post-sténotique de l'AP. Hypertrophie réactionnelle de l'infundibulum sous-valvulaire (→) réalisant une sténose infundibulaire associée.

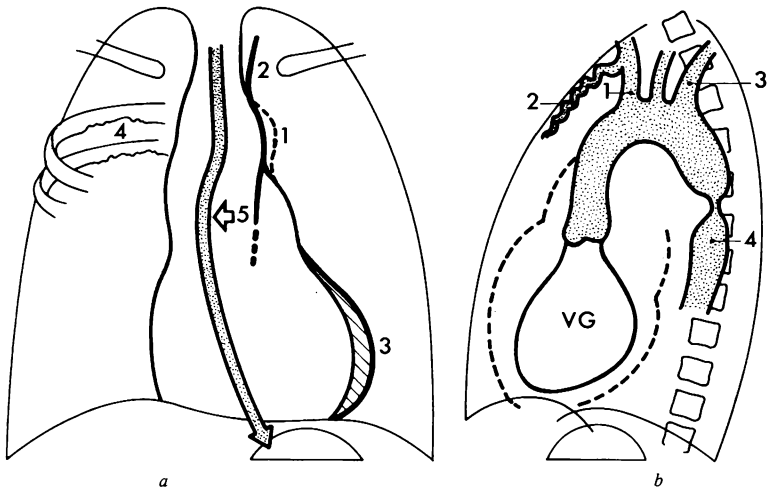


FIG. 5-14. — Coarctation aortique.

a) De face, 1, disparition du bouton aortique ; 2, saillie éventuelle de la sous-clavière gauche dilatée ; 3, hypertrophie du ventricule gauche ; 4, érosions costales ; 5, œsophage refoulé par la dilatation de l'aorte post-sténotique (→).

b) Angiographie de profil : dilatation des artères en amont de la sténose. 1, tronc brachio-céphalique ; 2, mammaire interne ; 3, sous-clavière gauche ; 4, dilatation post-sténotique.

hypertrophie ventriculaire gauche et une hypotension d'aval, entre les deux, une circulation collatérale par l'intermédiaire des artères intercostales.

Le cliché de face met en évidence une hypertrophie ventriculaire gauche un effacement du bouton aortique et la présence d'encoches costales siégeant à la partie inférieure de l'arc postérieur de la 3^e à la 12^e côte. Ces encoches (en rapport avec l'hypertrophie des artères intercostales) ne se voient que dans 3/4 des cas chez l'adulte ; elles sont rares dans la petite enfance.

Parfois existent des signes directs de l'affection réalisant une image en « 3 » dans la région du bouton aortique : l'indentation correspond à la coarctation elle-même, la dilatation susjacente à une augmentation de calibre de l'artère sous-clavière gauche, la dilatation sous-jacente à la dilatation post-sténotique de l'aorte en aval de la sténose. Le bord droit de l'aorte dilatée à ce niveau peut refouler l'œsophage opacifié. En O.A.G., la crosse aortique est mieux dégagée.

L'angiographie, pratiquée le plus souvent par voie artérielle rétrograde a pour but de préciser le siège exact de la sténose, son degré et sa longueur.

■ **La communication interauriculaire** (C.I.A.) (fig. 5-15). – Il s'agit de la plus fréquente des cardiopathies congénitales. Le plus souvent bien tolérée, d'où sa découverte parfois tardive.

Elle réalise un shunt gauche-droit avec surcharge volumétrique des cavités droites et augmentation du débit pulmonaire. Il existe une cardiomégalie avec dilatation de l'oreillette droite et du ventricule droit. Sur le cliché de face,

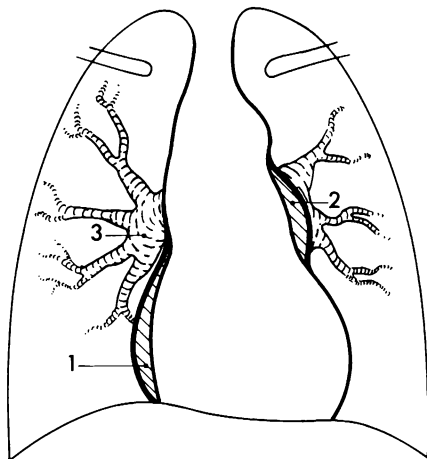


FIG. 5-15. – Communication inter-auriculaire.

1. débordement droit ; 2, saillie du tronc de l'AP ; 3, augmentation de calibre de la portion initiale des AP.

saillie et aspect convexe de l'arc inférieur droit. Aspect convexe de l'arc moyen gauche (cette artère pulmonaire dilatée est battante et expansive en scopie). Augmentation du calibre de la vascularisation pulmonaire proximale.

Dans les formes isolées, aucune exploration n'est pratiquée. Lorsque la C.I.A. est associée à d'autres malformations, son diagnostic est fait par le passage d'un cathéter de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche, avec enrichissement en oxygène de l'oreillette droite par rapport à la veine cave inférieure. L'angiographie pourra préciser le siège de la communication et rechercher une malformation associée du type retour veineux anormal en particulier.

Dans les C.I.A. découvertes à un stade tardif, les artères pulmonaires proximales dilatées, peuvent être le siège de calcifications.

■ **La tétralogie de Fallot** (fig. 5-16). – C'est de loin la plus fréquente des cardiopathies cyanogènes. Elle associe : une C.I.V., une sténose de l'artère pulmonaire, une hypertrophie ventriculaire droite, un chevauchement aortique (l'aorte prend naissance à la fois du ventricule gauche et du ventricule droit). Le shunt à travers la C.I.V. est droit-gauche en raison de la sténose pulmonaire responsable d'une augmentation des pressions dans le ventricule droit.

Sur le cliché de face, le cœur est de volume normal. La pointe du cœur est surélevée, l'arc moyen gauche est absent ou même concave, réalisant l'aspect du cœur « en sabot ». La vascularisation pulmonaire est diminuée. Parfois, l'aorte passe à droite de l'axe oeso-trachéal.

L'angiographie a deux buts : affirmer le diagnostic et faire le bilan lésionnel.

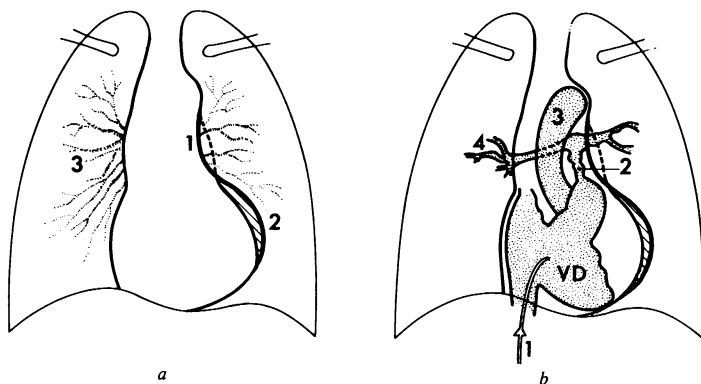


FIG. 5-16. – Tétralogie de Fallot.

a) De face, 1, arc moyen creux ; 2, HVD avec pointe surélevée ; 3, hypovascularisation pulmonaire.

b) Angiographie de face, 1, cathéter intra-ventriculaire droit ; 2, sténose infundibulaire ; 3, opacification simultanée de l'aorte ; 4, hypovascularisation pulmonaire.

L'échocardiographie, dans ces cardiopathies congénitales, permet de vérifier la présence de deux ventricules, de deux oreillettes, du septum, de deux gros vaisseaux ainsi que leurs places respectives. L'épaisseur des parois, la largeur des cavités et le jeu valvulaire peuvent être également appréciés.

II. – LES EXPLORATIONS ARTÉRIELLES

A. – GÉNÉRALITÉS

Il existe de nombreuses techniques pour opacifier les différents territoires.

■ *L'angiographie par voie veineuse*. – L'injection de produit de contraste dans une veine (voir Phlébographie) permet d'obtenir une opacification correcte du territoire veineux en aval et de la veine cave correspondante. L'opacification artérielle est médiocre du fait de la dilution du produit de contraste (même si l'on augmente la quantité de produit de contraste et en plaçant un cathéter dans la veine cave inférieure, pour augmenter le débit). Cette technique a un regain d'intérêt avec le développement de l'artériographie par digitalisation de l'image (voir page 41).

■ *L'artériographie par ponction artérielle directe*. – La ponction d'une artère facilement accessible (fémorale au Scarpa, humérale au pli du coude, carotide au cou...) permet d'injecter du produit de contraste. L'injection peut se faire au fil de l'eau ou à contre-courant, opacifiant d'abord l'amont, puis le territoire d'aval.

■ *L'aortographie par voie translombaire*. – Sur un patient placé en procubitus, la ponction se fait par voie translombaire gauche, elle aborde l'aorte au niveau de D12. L'injection du produit de contraste permet l'étude de l'aorte et également des artères des membres inférieurs.

Une hypocoagulabilité (spontanée ou thérapeutique) contre-indique formellement la ponction translombaire ; en effet, à ce niveau, l'hémostase ne peut être que spontanée.

■ *L'artériographie par voie rétrograde* (méthode de Seldinger) (fig. 5-17). – Après la ponction d'une artère accessible (le plus souvent l'artère fémorale au Scarpa), l'utilisation d'un guide métallique souple et de divers cathéters permet d'opacifier pratiquement tous les territoires, depuis l'aorte abdominale (aortographie globale), la crosse de l'aorte mais aussi, à l'aide de cathéters aux extrémités recourbées, pratiquement toutes les branches collatérales de l'aorte (suivant l'importance du territoire à opacifier, le diamètre du cathéter sera plus ou moins fin).

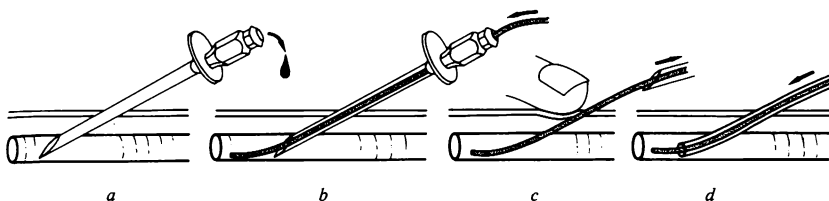


FIG. 5-17. – Artériographie : technique de Seldinger.

- a) Ponction artérielle à l'aide du trocard.
- b) Introduction d'un guide métallique à travers le trocard.
- c) retrait du trocard.
- d) Montée du cathéter sur le guide métallique. Une fois le cathéter en place, le guide est retiré et l'injection de produit de contraste peut être réalisée.

■ **Précautions avant une artériographie.** – Dans tous les cas, le patient doit se présenter dans le service de Radiologie avec une *lettre explicative* du médecin demandeur (précisant en particulier exactement le problème posé, le traitement en cours, les interventions antérieures) et son *dossier médical complet*.

La grande majorité des artériographies sont pratiquées sous simple prémédication. Les explorations des extrémités distales (artériographie des membres supérieurs et inférieurs) nécessitent habituellement une *anesthésie générale*.

L'apparition de nouveaux composés iodés permet actuellement des explorations distales pratiquement indolores.

B. – LES EXPLORATIONS LES PLUS FRÉQUENTES

I. – L'ARTÉRIOGRAPHIE DES MEMBRES INFÉRIEURS

■ **Techniques.** – Dans la mesure où il s'agit habituellement d'un bilan pré-opératoire chez un sujet athéromateux, il importe de faire une aorto-artériographie comportant l'étude de l'aorte abdominale et des artères des membres inférieurs pour préciser au mieux les possibilités chirurgicales. La technique choisie pour cette exploration dépend de nombreux facteurs : la présence ou l'absence de pouls fémoraux, antécédents d'éventuelles interventions vasculaires et enfin, des préférences des équipes de radiologistes et de chirurgiens.

L'aortographie par voie translombaire (voir page 276).

La ponction fémorale : l'injection du produit de contraste à contre-courant permet d'opacifier les artères iliaques et l'aorte abdominale habituellement

jusqu'aux artères rénales. La colonne opaque va ensuite redescendre et opacifier les artères des membres inférieurs.

L'aortographie par voie rétrograde fémorale (voir page 276).

■ **Anatomie normale** (fig. 5-18 et 5-19) :

L'**aorte abdominale** débute devant le corps de D12 et se termine à la bifurcation aortique, qui se fait habituellement en L4-L5. Les artères *iliaques primitives* vont rapidement se diviser en deux branches : l'artère hypogastrique ou *iliaque interne*, à destinée pelvienne et l'*axe ilio-fémoral* (iliaque externe et fémorale commune). Chez le sujet âgé, l'iliaque interne et l'iliaque externe ont souvent un trajet sinueux.

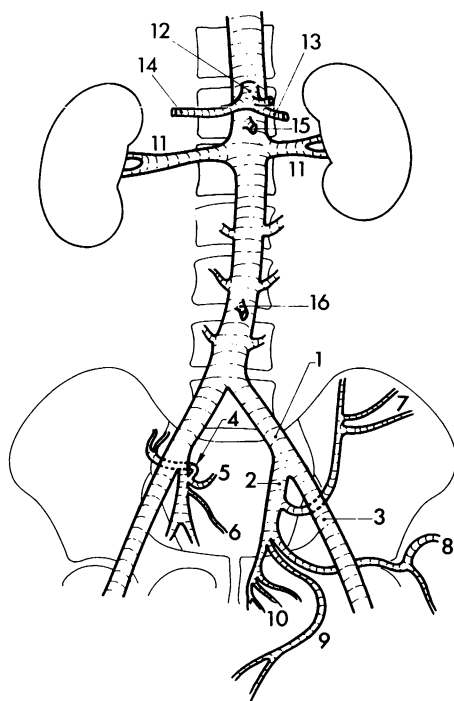
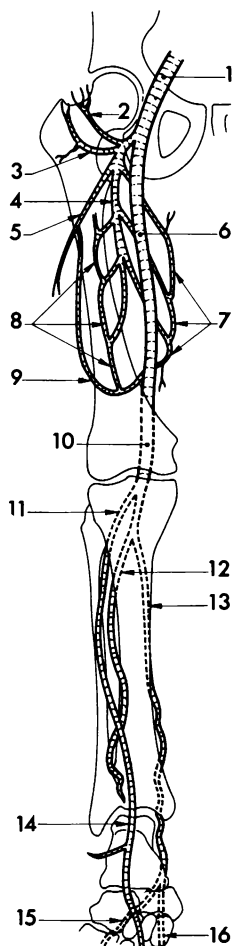


FIG. 5-18. – L'aorte abdominale et ses branches pelviennes.

1, iliaque primitive ; 2, iliaque interne (hypogastrique) ; 3, iliaque externe (tronc ilio-fémoral) ; 4, artère ilio-lombaire ; 5, artère sacrée latérale supérieure ; 6, artère sacrée latérale inférieure ; 7, artère fessière ; 8, artère ischiatique ; 9, artère honteuse interne ; 10, obturatrice ; 11, artères rénales ; 12, tronc coeliaque ; 13, artère sphérique ; 14, artère hépatique ; 15, artère mésentérique supérieure ; 16, artère mésentérique inférieure. (Artères digestives, voir fig. 6-43).

FIG. 5-19. – Les artères du membre inférieur.

1, fémorale commune (tronc ilio-fémoral) ; 2, circonflexe postérieure et interne ; 3, circonflexe antérieur et externe ; 4, fémorale profonde ; 5, artère du quadriceps ; 6, fémorale superficielle (tronc fémoro-poplitée) ; 7, arcade des adducteurs ; 8, artère perforante ; 9, anastomose entre artère du quadriceps et fémorale superficielle ; 10, poplitée ; 11, tibiale antérieure ; 12, péronière ; 13, tibiale postérieure ; 14, pédieuse ; 15, plantaire externe ; 16, plantaire interne.



La fémorale commune se divise en deux branches terminales : la *fémorale profonde* (artère nourricière des muscles de la cuisse) et la *fémorale superficielle* qui se poursuit à la face postérieure du genou par l'artère poplitée.

L'artère poplitée va fournir les artères de jambe :

– l'*artère tibiale antérieure* : postérieure à sa partie proximale puis devenant antérieure en passant dans l'espace intertibia-péronier, chemine à la partie externe de la jambe et à la face supérieure du pied où elle se prolonge par l'artère pédieuse ;

- le *tronc tibio-péronier* qui se bifurque en artère tibiale postérieure qui descend à la partie interne de la jambe, passe en arrière de la malléole interne où elle se bifurque en artère plantaire interne et externe ;
- et l'*artère péronière*, branche de division externe du tronc tibio-péronier, qui descend en dedans de l'artère tibiale antérieure.

II. – L'ARTÉRIOGRAPHIE DU MEMBRE SUPÉRIEUR

■ Plusieurs techniques sont possibles :

– La voie rétrograde fémorale permet l'injection sus-sigmoïdienne opacifiant ainsi l'origine des troncs supra-aortiques (tronc brachio-céphalique droit, carotide primitive gauche, sous-clavière gauche). Pour obtenir une opacification distale correcte, il faut pratiquer un cathétérisme sélectif plaçant le cathéter dans la sous-clavière du côté choisi.

– La ponction directe de l'humérale (avec éventuellement opacification à contre-courant) permet une bonne opacification distale.

■ Anatomie normale (fig. 5-20) :

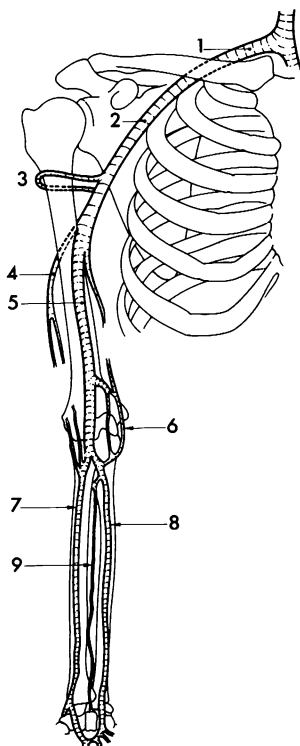


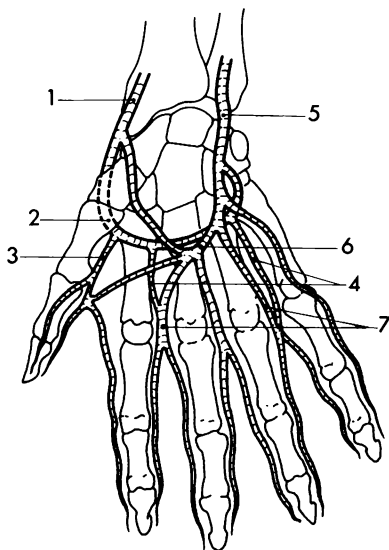
FIG. 5-20. – Principales artères du membre supérieur.

1, sous-clavière ; 2, axillaire ; 3, circonflexes ; 4, humérale profonde ; 5, humérale superficielle ; 6, collatérale recourbante interne ; 7, radiale ; 8, cubitale ; 9, artère interosseuse.

FIG. 5-21. — Les artères de la main.

Disposition habituelle.

1, artère radiale ; 2, arcade palmaire profonde ; 3, inter-osseuse du 1^{er} espace ; 4, inter-osseuses ; 5, artère cubitale ; 6, arcade palmaire superficielle ; 7, artères digitales donnant les collatérales internes et externes des doigts.



III. — LA CORONAROGRAPHIE

■ **Technique.** — Un cathéter, introduit par voie rétrograde fémorale, est placé successivement dans l'ostium de chaque coronaire permettant ainsi une injection sélective du produit de contraste. Les incidences en O.A.D. et en O.A.G. sont systématiquement réalisées pour chaque coronaire. Les images sont habituellement enregistrées en radiocinéma. La coronarographie est précédée d'une ventriculographie gauche afin d'apprécier la contractilité du myocarde, de rechercher une zone d'ectasie et de dépister une éventuelle fuite mitrale.

■ **Anatomie des artères coronaires** (fig. 5-22, 5-23 et 5-24).

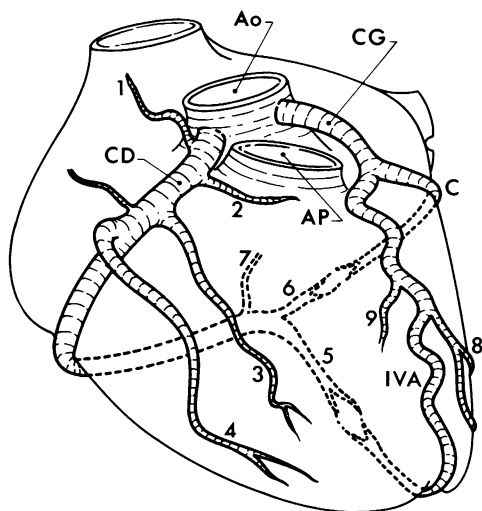


FIG. 5-22. – Schéma anatomique des artères coronaires vues de face.

CD, coronaire droite. 1, artère du nœud sinusal ; 2, artère du Conus ; 3, artère ventriculaire antérieure ; 4, artère marginale antérieure du bord droit ; 5, artère interventriculaire postérieure (I.V.P.) ; 6, artère rétroventriculaire (R.V.) ; 7, artère du nœud auriculo-ventriculaire. CG, tronc de la coronaire gauche. C, circonflexe. IVA, interventriculaire antérieure. 8, diagonale ; 9, artères septales.

Ces abréviations sont valables pour les figures suivantes.

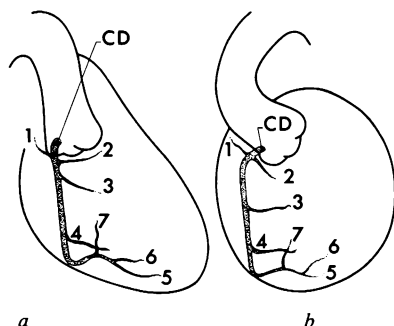


FIG. 5-23. – Coronaire droite.

a) En OAD ; b) En OAG.

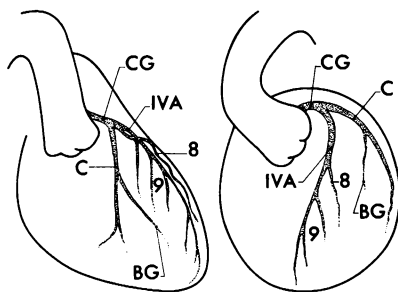


FIG. 5-24. – Coronaire gauche.

a) En OAD ; b) En OAG.

C. – SÉMIOLOGIE RADIOLOGIQUE

A l'état normal : L'artère est souple, régulière, elle donne des branches collatérales et son calibre diminue progressivement au fur et à mesure qu'elle a donné ses branches.

L'athérome est l'affection la plus fréquente. Des calcifications peuvent être visibles. Sur les clichés sans préparation, suivant qu'elles intéressent l'intima ou la média, elles ont un aspect linéaire ou plus irrégulier en paquet. Sur les artériographies, l'athérome se traduit par des irrégularités des parois, qui apparaissent encochées, des sténoses, des dilatations, des amputations (fig. 5-23).

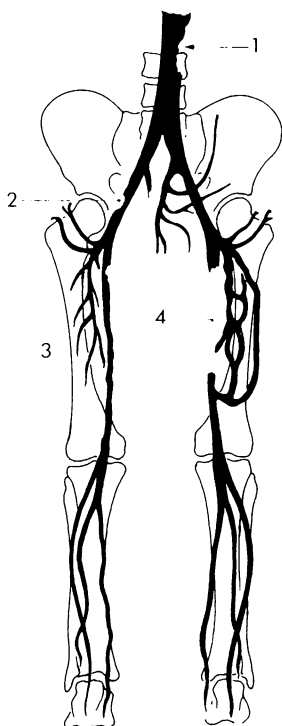


FIG. 5-25. – *Sémiologie des atteintes artérielles.*

1, plaque athéromateuse encrochant les contours aortiques ; 2, sténose serrée iliaque droite ; 3, en aval, les artères sont irrégulières, rigides ; 4, occlusion de la fémorale superficielle ; la fémorale profonde est perméable et revascularise l'artère poplitée.

L'artériographie permet de connaître le siège exact des lésions, leur étenue, la valeur fonctionnelle de la circulation collatérale, l'état du lit d'aval. Ces renseignements sont essentiels pour poser les indications de chirurgie de revascularisation.

D. – LES AFFECTIONS LES PLUS FRÉQUENTES

■ *Les artérites des membres inférieurs* touchent essentiellement l'homme entre 50 et 60 ans. Elles sont responsables de douleurs des membres inférieurs survenant d'abord à la marche (claudication intermittente).

a) *Athérosclérose oblitérante*, la forme la plus habituelle atteint essentiellement les artères de gros calibre : aorte, artères iliaques primitives, et artères

de cuisse. L'artère fémorale profonde est souvent respectée et peut ainsi suppléer par un réseau collatéral, l'obstruction de la fémorale superficielle (fig. 5-25). Les artères de jambe, lorsqu'elles sont atteintes, ne le sont jamais de façon isolée.

L'examen artériographique a pour but de préciser l'étendue des lésions : existence de lésions de l'aorte, des artères rénales, des artères iliaques, des artères fémorales et enfin état artériel du lit d'aval ; l'étendue des lésions permet d'apprécier les possibilités thérapeutiques (dilatation endoluminale ou chirurgie de revascularisation).

b) **Le diabète** est responsable le plus souvent de lésions distales plurisegmentaires, associées à des micro-anévrismes. Au niveau des gros troncs (aorte et ses branches de division initiale) il existe fréquemment des calcifications importantes des parois artérielles.

c) **La thrombo-angéite ou artérite juvénile** (maladie de Bûrger), d'origine inflammatoire. Les artères sont diminuées de calibre, leurs bords sont lisses et rigides. Les lésions sont souvent distales, segmentaires et symétriques.

■ **Les anévrismes de l'aorte abdominale** peuvent être découverts par l'examen clinique, par l'aspect arciforme des calcifications de leurs parois sur un cliché d'A.S.P. ; au cours de l'exploration artériographique d'un sujet présentant des signes d'artérite des membres inférieurs. Actuellement le scanner permet de préciser le siège du pôle supérieur de l'anévrisme, en particulier par rapport aux artères rénales. L'échographie abdominale peut bien souvent apporter les mêmes renseignements. *En pré-opératoire*, seule l'artériographie pourra réaliser une exploration complète de l'atteinte artérielle et en particulier du lit d'aval.

■ **La coronarographie** n'est pas un examen anodin. Elle doit être réservée aux sujets chez lesquels se discute une indication opératoire : dilatation endoluminale ou pontage (angor hyperalgique, invalidant, mal contrôlé par le traitement médical, menace d'infarctus).

Elle a pour but de faire l'inventaire des lésions en sachant que l'indication d'une intervention de revascularisation sera essentiellement portée sur l'existence d'une sténose proximale avec un lit d'aval régulier de bon calibre et d'étendue suffisante.

■ **Les artériopathies des membres supérieurs.** – Le syndrome ischémique du membre supérieur peut relever de différentes affections :

- *atteinte athéromateuse*, prédominant à la racine (très rarement isolée) ;
- *syndrome du défilé cervico-thoracique* uni ou souvent bilatéral, secondaire à la compression de l'artère sous-clavière, le plus souvent dans le défilé des scalènes et essentiellement secondaire à une anomalie de la première côte ;
- *la maladie de Raynaud* : hypertonie des artères digitales sans thrombose associée au début, se traduisant par une vasoconstriction douloureuse, déclenchée par le froid.

Au niveau de la main, les artères sont de calibre réduit (antibrachiales, palmaires, digitales). Le plus souvent, les collatérales des arcades palmaires ne sont pas opacifiées, du fait de spasmes. Les thromboses digitales surviennent plus tardivement.

III. – LES PHLÉBOGRAPHIES

I. – GÉNÉRALITÉS

■ *La préparation du patient.* – Aucune préparation n'est nécessaire ; en effet, il s'agit de l'injection dans une veine, d'un produit iodé hydrosoluble identique à celui utilisé lors d'une U.I.V. Les mêmes précautions seront donc à appliquer. Chez certains sujets pusillanimes, une prémédication pourra être réalisée.

■ *Technique.* – Le calibre de la veine ponctionnée conditionne le débit du produit de contraste. Pour la V.C.S. ou la V.C.I., la ponction d'une veine de bon calibre, de préférence des deux côtés, est nécessaire. Étant donné la basse pression qui règne dans les veines une compression manuelle courte en fin d'examen, permettra d'éviter tout hématome et un simple repos de quelques heures sera suffisant après ce type d'exploration.

II. – LA CAVOGRAPHIE INFÉRIEURE

■ *Technique.* – Le plus souvent ponction bilatérale des veines fémorales au Scarpa (la veine étant ponctionnée juste en dedans des battements artériels). L'incidence de face est la plus habituelle, il est parfois nécessaire de la compléter par un profil. Dans certains cas, la montée d'un cathéter par la méthode de Seldinger sera utile, en particulier pour prendre des pressions à différents niveaux ou pour réaliser des prélèvements veineux en vue de dosages hormonaux.

■ *Anatomie* (fig. 5-26). – La veine cave inférieure s'étend le long du bord droit du rachis, depuis son origine, au bord droit de L4-L5 (confluence des deux veines iliaques primitives) pour se terminer à la partie inférieure de l'oreillette droite. Elle présente un renflement au niveau de l'abouchement des veines rénales (sur la cavographie, le flux du sang veineux rénal non opacifié provoque de chaque côté une encoche ou une image linéaire, correspondant à l'arrivée de sang non opacifié). La veine cave inférieure rétro-hépatique présente un léger effilement mais ses bords sont néanmoins toujours réguliers.

■ *Les indications :*

- Recherche d'un envahissement par un bourgeon tumoral d'origine rénale.
- Mise en évidence d'une compression par des adénopathies rétro-péritonéales importantes ou en cas de fibrose rétro-péritonéale (signe précoce).
- Bilan d'une thrombose extensive issue des veines des membres inférieures.
- Vérification de la perméabilité de la V.C.I. en cas d'embolie pulmonaire à répétition permettant d'envisager la pose (par voie jugulaire) d'un éventuel parapluie dans la V.C.I.

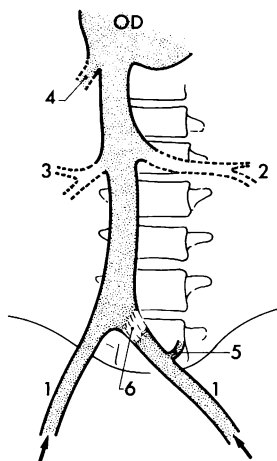


FIG. 5-26. – Cavographie inférieure de face par ponction bifémorale.

1, veines iliaques externes ; 2 et 3, abouchements des veines rénales rarement opacifiées par reflux ; 4, reflux inconstant dans l'origine des veines sus-hépatiques ; 5, origine de la veine lombaire ascendante ; 6, empreinte (inconstante) sur la veine iliaque primitive de l'artère iliaque primitive droite.

III. – LA CAVOGRAPHIE SUPÉRIEURE

■ **Technique.** – Ponction des deux veines basiliques au pli du coude (situées les plus en dedans), à l'aide d'une aiguille d'un calibre suffisant. Injection bilatérale simultanée. L'incidence de face est habituelle.

■ **Anatomie** (fig. 5-7). – La veine cave supérieure (V.C.S.) est formée par l'union des deux troncs veineux brachio-céphaliques droit et gauche et va constituer l'arc moyen droit de la silhouette cardiaque de face. Lors de la cavographie supérieure, la crosse de l'azygos s'opacifie parfois par reflux et apparaît à la face postérieure de la V.C.S. à la hauteur de D4.

■ **Indications de la cavographie supérieure.** – Devant un syndrome clinique cave supérieur (oedème en pélerine, circulation veineuse collatérale thoracique supérieure) faisant évoquer une thrombose complète ou pour rechercher une éventuelle thrombose en cas de masse médiastinale (en particulier un cancer bronchique) ou enfin pour vérifier sa perméabilité après la pose d'un cathéter sous-clavier.

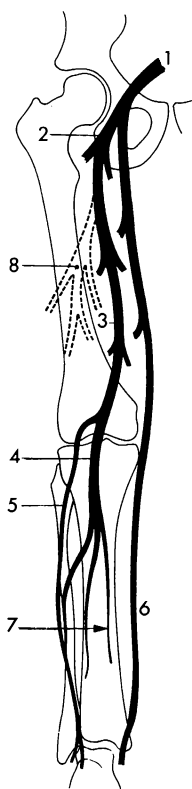
IV. – LES PHLÉBOGRAPHIES DES MEMBRES INFÉRIEURS

■ **Techniques.** – Pour être complète, la phlébographie se fera par ponction d'une veine distale au dos du pied (lorsque la ponction percutanée est impossible, une dénudation en milieu chirurgical peut être envisagée).

■ **Anatomie** (fig. 5-27). – Les veines des membres inférieurs comportent un réseau profond avec deux veines par artère et un réseau superficiel qui est particulier : la veine saphène externe se jette à la face postérieure de la veine poplitée au niveau du genou et la veine saphène interne décrit sa crosse et se jette dans la veine fémorale commune au-dessous de l'arcade crurale (fig. 5-27). L'existence de valvules réalise des images d'encoches espacées sur la phlébographie.

FIG. 5-27. – *Les veines du membre inférieur.*

1, veine iliaque externe ; 2, veine fémorale commune ; 3, veine fémorale superficielle ; 4, veine poplitée ; 5, veine saphène externe ; 6, veine saphène interne ; 7, veines profondes de la jambe ; 8, veine fémorale profonde (n'est pas toujours opacifiée lors des phlébographies).



■ **Indications.** – La phlébographie des membres inférieurs permet de situer des thromboses veineuses sous la forme d'images lacunaires cernées par le produit de contraste. Elle apprécie la circulation collatérale et surtout recherche une extension vers les veines iliaques et la veine cave inférieure. L'opacification de la V.C.I. est souvent insuffisante ; son étude nécessite parfois une cavographie inférieure complémentaire. Au niveau des membres inférieurs,

la phlébographie peut fort bien méconnaître des caillots, en particulier au niveau de la jambe, surtout si elle est pratiquée avec un retard de quelques jours, et après le début du traitement par les anticoagulants. Dans ces conditions son rôle diagnostique est incertain, mais, en cas d'embolie pulmonaire à répétition, la cavographie reste utile (voir ci-dessus).

En cas de varices, la phlébographie n'est pas systématique. Cependant, en cas d'antécédent de phlébites à répétition, si un stripping est envisagé, la phlébographie pourra permettre de vérifier la perméabilité du réseau profond.

V. – LA PHLÉBOGRAPHIE DU MEMBRE SUPÉRIEUR

■ *Techniques.* – Ponction d'une veine distale ou d'une veine au pli du coude.

■ *Anatomie.* – Réseau profond avec deux veines par artère et un réseau superficiel.

■ *Indications.* – Elles sont rares. Essentiellement recherche d'une compression ou d'une thrombose de la veine sous-clavière. Soit par une anomalie du défilé cervico-thoracique, soit pour apprécier l'extension d'une thrombose après perfusion par cathéter sous-clavier.

6

APPAREIL DIGESTIF

par

J.P. MONNIER et R. BOUSKELA

I. – L'ABDOMEN SANS PRÉPARATION (ASP)

L'analyse des clichés simples de l'abdomen peut aider au diagnostic de nombreuses affections abdominales. Selon l'état clinique du patient, différents clichés peuvent être utiles.

Un cliché en position couchée permet une étude des différentes structures intra-abdominales et la recherche de calcifications.

D'autres clichés, en particulier en position debout, seront nécessaires devant un « abdomen aigu ».

A. – L'ABDOMEN SANS PRÉPARATION DE FACE EN POSITION COUCHÉE

I. – TECHNIQUE ET INCIDENCE

La position couchée permet d'obtenir l'immobilité du malade, le cliché sera donc net ; le rayon étant vertical il ne sera pas possible de mettre en évidence un niveau hydroaérique (voir Chapitre 1).

Sur ce cliché, en haut les coupes diaphragmatiques doivent être visibles et en bas la symphyse pubienne.

II. – RADIO-ANATOMIE NORMALE

(fig. 6-1)

L'analyse du cliché simple de l'abdomen doit se faire d'une façon complète et précise qui suppose une connaissance de la topographie, de la forme et de la densité des éléments normaux constituant l'abdomen.

a) Le **squelette** formé par le rachis, les dernières côtes, le bassin, les coxo-fémorales.

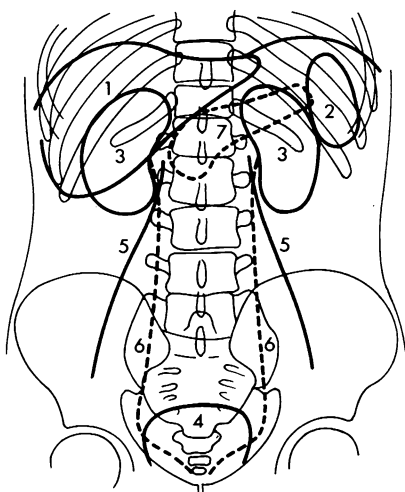


FIG. 6. 1. – *Abdomen sans préparation (ASP). Décubitus dorsal, projection des organes abdominaux.* (L'air dans le tube digestif n'a pas été représenté.)

1, foie ; 2, rate ; 3, reins ; 4, vessie ; 5, psoas ; 6, trajet des uretères ; 7, pancréas invisible à l'état normal.

b) **Les parois musculaires** et en particulier les psoas dont les opacités paravertébrales s'étirent de haut en bas entre D12-L1 et les fosses iliaques ; les bords externes des psoas sont rectilignes. Ils sont bien visibles sur ce cliché, car leur contour externe est cerné par un feuillet graisseux. Le refoulement de cette ligne, ou son effacement doit faire évoquer une affection rétro-péritonéale.

c) **Le diaphragme**, dont la projection dessine sur les clichés deux coupoles droite et gauche. La coupole droite fait corps avec l'opacité hépatique, elle est légèrement plus haute que la gauche. La coupole gauche surplombe l'estomac et l'angle gauche qui contiennent habituellement peu d'air en décubitus dorsal.

d) **L'appareil urinaire**, les reins dont le grand axe est parallèle à celui des psoas (voir Chapitre 7). Les uretères ne sont pas visibles, le pôle supérieur de la vessie, surmonté par la graisse péri-vésicale, est visible lorsque la vessie est suffisamment distendue.

L'utérus, dont l'opacité peut se voir, dans le pelvis au-dessus de la vessie, chez la femme.

e) **Les viscères intra-péritonéaux :**

Le foie, organe plein, de tonalité hydrique homogène, le bord inférieur de son lobe droit est parfois visible lorsqu'il est souligné par un liséré graisseux.

La rate, dont l'opacité peut être perçue à travers la poche à air gastrique.

L'estomac, organe creux, n'est visible que grâce à l'air qu'il contient. En décubitus dorsal, l'air est dans l'antra gastrique.

Le grêle est peu visible ; en effet, il ne contient que peu de gaz chez l'adulte normal.

Le côlon contient normalement peu de gaz, qui a tendance, en décubitus dorsal, à se rassembler dans le côlon transverse. Les matières fécales contenues dans le côlon se reconnaissent car elles forment des plages de tonalité hétérogène et piquetées, en particulier au niveau du caecum dans la fosse iliaque droite.

III. – SEMIOLOGIE RADIOLOGIQUE

Les opacités et les clartés normales de l'abdomen peuvent se modifier, s'accroître ou diminuer. Mais à côté d'elles, d'autres images opaques ou claires peuvent se voir.

■ *Les images de tonalité calcique.* – En dehors du squelette, des images de tonalité calcique, apparaissant en blanc ou gris, peuvent être visibles et correspondre à des structures normales ou pathologiques très variées. Leurs caractères topographiques et morphologiques permettent souvent d'en connaître la cause (fig. 6-2 et 6-3).

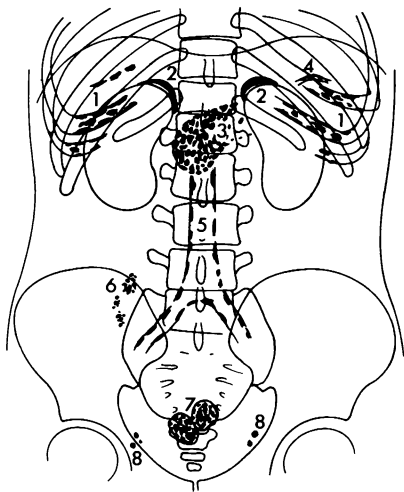


FIG. 6-2

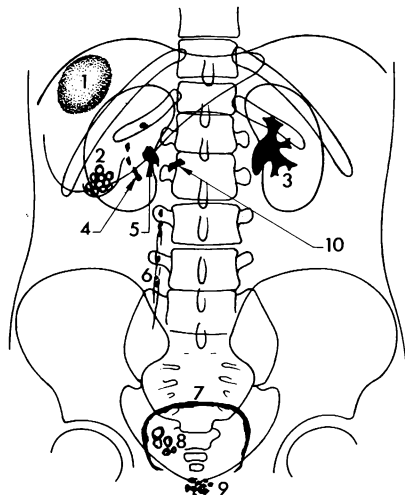


FIG. 6-3

FIG. 6-2. – ASP les images calcifiées en dehors des opacités urinaires.

1, chondro-costales ; 2, surrénales ; 3, pancréatiques ; 4, artère splénique ; 5, aortiques ; 6, ganglions mésentériques ; 7, fibrome utérin ; 8, phlébolithes.

FIG. 6-3. – ASP. Lithiasis opaques et kystes calcifiés.

1, kyste hydatique du foie ; 2, calculs vésiculaires ; 3, calcul coralliforme ; 4, calcifications calicielles ; 5, calcul du bassinet ; 6, calculs de l'uretère ; 7, vessie calcifiée ; 8, calculs de vessie ; 9, calcifications prostatiques ; 10, calculs de Wirsung.

■ **Les images de tonalité hydrique :**

a) **Les viscères pleins** (fig. 6-4. et 6-5) :

Le foie : son augmentation de volume entraîne une opacité hydrique homogène sous la coupole droite, abaissant les anses coliques et grêles. A l'opposé, une atrophie hépatique importante peut favoriser l'ascension de l'angle colique droit sous la coupole diaphragmatique.

La rate : la splénomégalie, si elle est importante, réalise une opacité dans l'hypochondre gauche, se superposant à celle du rein gauche, déplaçant vers le bas et en dedans l'angle colique gauche et en dedans la poche à air gastrique.

Les reins : un gros rein a des contours agrandis, bosselés ou non, il efface la ligne externe du psoas. Certaines grandes hypertrophies rénales et les tumeurs rétro-péritonéales volumineuses peuvent occuper tout le flanc se manifestant par une opacité hydrique diffuse.

b) **Les organes creux remplis de liquide :**

La vessie (fig. 6-6) : en cas de rétention prend l'aspect d'un globe ovalaire sphérique, médian, de grand volume à limite supérieure convexe. Un volumineux kyste de l'ovaire aurait un aspect identique.

L'estomac : sur le cliché en décubitus dorsal, en période post-prandiale, les liquides accumulés dans la grosse tubérosité peuvent entraîner une opacité ronde sus-rénale sous-diaphragmatique.

L'intestin grêle et le côlon : leur sémiologie sera décrite dans le cadre des occlusions.

IV. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ **Les lithiases** (fig. 6-3). – Le cliché simple de l'abdomen en décubitus dorsal montre nettement les lithiases opaques, c'est-à-dire les calculs formés de sels calciques.

a) **Les lithiases biliaires** sont à rechercher sous l'ombre hépatique dans l'hypochondre droit. Les calculs sont tantôt solitaires, tantôt multiples. Ronds ou hexagonaux, ces calculs sont quelquefois formés de strates concentriques plus ou moins calcifiées. Ils sont habituellement groupés dans la vésicule. Ils se projettent en avant de la colonne sur un cliché de profil.

b) **Les lithiases du Wirsung** (très rares) : ce sont des calculs allongés que l'on peut observer sur le trajet du Wirsung, sur une ligne tendue entre le flanc droit de L2 et l'hypochondre gauche.

c) **Les lithiases urinaires** sont de formes très variées ; les unes, volumineuses moulent partiellement ou totalement calices et bassinets (coralliforme) ; les autres sont arrondies et stratifiées, d'autres enfin, très petites, à la limite de la visibilité, sont à rechercher sur le trajet des voies urinaires (voir Chapitre 7).

■ **Les calcifications** (fig. 6-2). – Les calcifications aortiques se projetant de face sur le rachis sont parfois mal visibles ; un cliché de profil les mettra mieux en évidence.

■ **Les tumeurs** peuvent donner des opacités plus ou moins bien visibles :

FIG. 6-4.

Hypertrophie du foie et de la rate.

1, gros foie ; 2, grosse rate ; 3, refoulement de l'estomac ; 4 et 5, angles coliques abaissés.

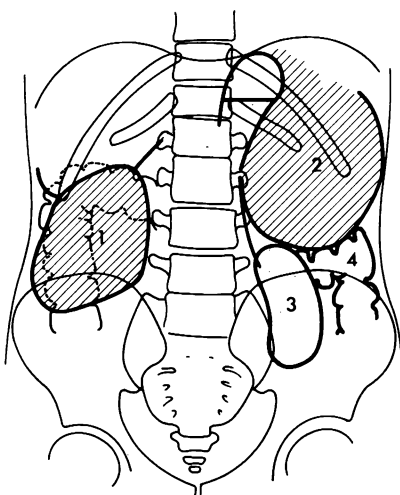


FIG. 6-6.

Rétention vésicale.

La vessie normale (en grisé) peut augmenter de volume de façon considérable et réalise une opacité à limite supérieure convexe (→).

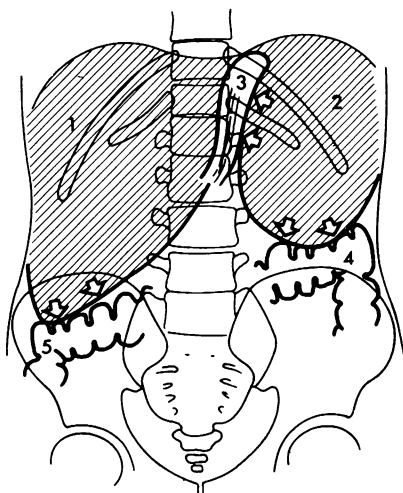
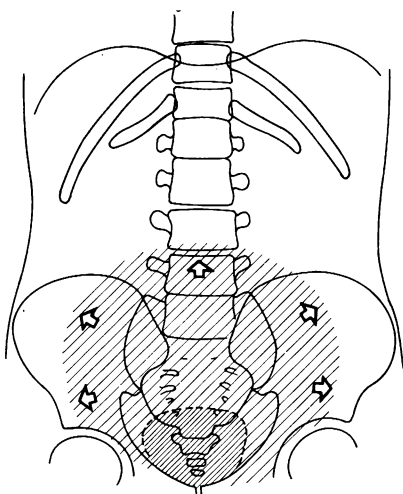


FIG. 6-5.

Les tumeurs abdominales et rétro-péritonéales.

1, tumeur rénale ; 2, tumeurs de l'hypochondre gauche (pancréas, surrénale) ; 3, rein gauche abaissé ; 4, angle gauche abaissé.



- une tumeur surrénale volumineuse abaisse le rein ;
- une tumeur pancréatique refoule l'estomac en avant ;
- une tumeur ovarienne ou utérine opacifie de façon symétrique la cavité pelvienne. Ce sont les kystes de l'ovaire qui donnent les plus volumineuses tumeurs ; elles sont sphériques, denses, à limites nettes ;
- les tumeurs rétro-péritonéales effacent le contour externe du psoas, et refoulent le rein. Elles peuvent atteindre un volume considérable.

B. – LES CLICHÉS D'A.S.P. EN CAS « D'ABDOMEN AIGU »

Lorsque les antécédents, la symptomatologie et l'examen clinique permettent de suspecter une affection abdominale aiguë et en particulier une perforation ou une occlusion, d'autres clichés seront nécessaires.

I. – TECHNIQUES ET INCIDENCES

Devant un abdomen aigu, trois clichés sont pratiqués dans tous les cas chacun ayant un objectif bien précis :

Cliché de thorax debout de face : les buts de ce cliché sont les suivants :

- mettre en évidence un éventuel pneumopéritoine si les coupoles sont bien visibles dans leur totalité ;
- dépister une pneumopathie des bases à symptomatologie abdominale ou inversement le retentissement pulmonaire d'une pathologie sous-diaphragmatique ;
- enfin servir de cliché thoracique pré-opératoire.

Ce cliché de thorax apporte ainsi plus de renseignements que le classique cliché d'abdomen debout centré sur les coupoles diaphragmatiques.

Le cliché d'abdomen sans préparation de face debout : ce cliché, réalisé avec un rayon horizontal, permet de mettre en évidence d'éventuels *niveaux hydroaériques*.

Le cliché de face en décubitus dorsal est réalisé comme précédemment.

Ces trois clichés sont suffisants dans la très grande majorité des cas. Dans certains cas le radiologiste pourra décider de faire **des clichés complémentaires** : *des clichés de face en décubitus latéral gauche et/ou droit rayon horizontal*. Le but de ces incidences est de faire monter l'air vers le haut et descendre l'eau dans les parties déclives, permettant parfois d'apporter un complément d'information.

Le cliché d'ASP de face en procubitus fait monter l'air dans les parties latérales du côlon et surtout dans *l'ampoule rectale*. La présence d'air dans cette position dans *l'ampoule rectale*, permet en cas de distension colique d'éliminer la présence d'un obstacle serré sur la partie terminale du côlon.

Le cliché de profil en décubitus dorsal rayon horizontal n'a pratiquement aucun intérêt ; en effet, il superpose les structures droites et gauches sur le même cliché (son seul intérêt serait d'étudier le contenu d'une volumineuse hernie ombilicale).

II. – SEMIOLOGIE RADIOLOGIQUE

Le plan d'analyse de base a déjà été envisagé dans le paragraphe précédent ; dans ce cas, il sera complété ainsi :

■ *Étude de la répartition de l'air sur les clichés d'ASP*, debout et couché :

a) **A l'état normal**, il existe de l'air dans l'estomac, dans le bulbe duodénal ; la présence d'une faible quantité d'air dans le grêle est normale, de même quelques bulles existent dans le côlon. Le granité caecal doit toujours être repéré ; il permet d'une part de localiser avec certitude le caecum et d'autre part, d'apprécier son degré de distension (fig. 6-7).

b) Dans certains cas, **la quantité d'air contenue dans le tube digestif est supérieure à la normale** ; il est indispensable d'étudier la répartition de cet air. Un estomac distendu plein d'air est de diagnostic évident s'il est en place, mais il peut être volvulé et apparaître à cheval sur la ligne médiane. Le grêle distendu se reconnaît à sa topographie centrale et surtout au plissement de ses anses qui est fin, rapproché, transversal. Les clartés coliques sont situées latéralement en cadre ; elles sont volumineuses ; les haustrations, à leur niveau, sont épaisses, espacées et volontiers incomplètes.

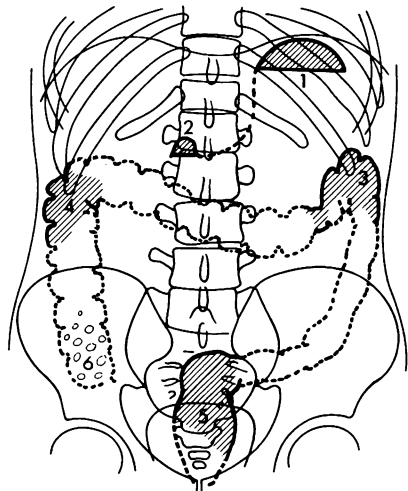


FIG. 6-7. – *ASP en position debout*. De l'air peut être normalement présent dans : 1, poche à air gastrique ; 2, bulbe duodénal ; 3, angle colique gauche ; 4, angle colique droit ; 5, rectum ; 6, granité caecal.

c) De l'air peut exister en dehors du tube digestif (fig. 6-8) :

- un *pneumopéritoine* réalisant une image en croissant clair sous-diaphragmatique visible en position debout ;
- une *aérobilie* traduisant l'existence d'une fistule bilio-digestive (en l'absence d'anastomose bilio-digestive ou d'intervention sur le sphincter d'Oddi) ;
- enfin la présence d'air *dans la paroi d'un organe* peut se rencontrer en particulier dans certains cas de gangrène vésiculaire, voire intestinale.

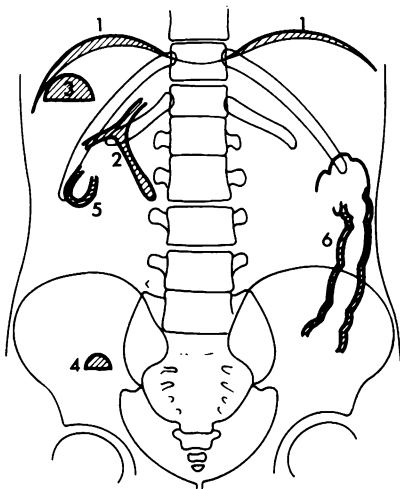


FIG. 6-8. - Gaz extraluminal (en position debout). 1, péritonéal : pneumopéritoine ; 2, biliaire : aérobilie ; 3, hépatique ou sous-phrénique : abcès ; 4, abcès appendiculaire ; 5, paroi vésiculaire : cholécystite gangréneuse ; 6, paroi intestinale : nécrose intestinale (très rare).

■ Étude de la répartition de l'eau sur les clichés d'A.S.P. :

a) L'eau présente dans le tube digestif :

- une anse pleine d'eau est invisible sur l'A.S.P. ;
- lorsqu'il existe de l'air et de l'eau dans une anse, l'image hydroaérique est visible avec un niveau horizontal sur les clichés pris avec un *rayon horizontal* (ce qui est toujours le cas des clichés pris en position debout) ;
- les images ainsi réalisées peuvent être différentes suivant la proportion d'air et d'eau emprisonnées dans l'anse (fig. 6-9) ;
- certains arguments permettent de différencier l'image d'une anse grêle (fig. 6-10). Les anses grêles occluses sont volontiers nombreuses, de petite taille, de situation centrale ou étagées de la fosse iliaque droite à l'hypochondre gauche ; classiquement plus larges que hautes (mais l'argument essentiel reste l'aspect du plissement qui est fin, rapproché, transversal) ;
- les anses coliques occluses (fig. 6-11) se reconnaissent à des bulles volumineuses, uniques ou peu nombreuses, situées à la périphérie, classiquement plus hautes que larges et comportant des haustrations épaisses, peu nombreuses et volontiers incomplètes. L'occlusion du côlon se complète progressivement par des niveaux sur le grêle ;

– l'air présent dans le tube digestif provient essentiellement de l'air dégluti, ce qui explique l'absence d'air en aval d'un obstacle.

b) De l'eau peut exister en dehors du tube digestif :

Les épanchements péritonéaux libres sont parfois visibles sur le cliché. Ils peuvent réaliser une opacité diffuse dans les parties déclives ; dans les flancs en décubitus où ils refoulent en dedans les anses intestinales adjacentes. Le refoulement du caecum est le signe le plus fiable (fig. 6-12).

Les épanchements cloisonnés sont habituellement très difficiles à repérer.

III. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ **La perforation** d'un ulcère gastrique ou duodénal ou d'une lésion intestinale entraîne le passage de gaz et de liquide dans la cavité péritonéale.

Si le péritoine n'est pas cloisonné, l'air se rassemble sous les coupoles en position debout (fig. 6-2). Si l'orifice de perforation est petit ou rebouché par une frange épiploïque, l'image de croissant gazeux peut être absente. Un cliché d'abdomen de face en décubitus latéral gauche peut collecter l'air entre l'opacité du foie et la paroi ; il est ainsi possible de mettre en évidence de très petits pneumopéritoïnes.

Si le péritoine est cloisonné, l'air coincé dans une poche intra-péritonéale peut être très difficile à dissocier des clartés aériques digestives adjacentes.

■ **L'occlusion.** – La rétention du contenu intestinal peut être secondaire soit à l'obturation de la lumière digestive : occlusion *mécanique*, soit à la disparition du péristaltisme : occlusion *fonctionnelle*.

a) Les occlusions mécaniques du grêle : (fig. 6-9)

– *L'occlusion par strangulation* met en jeu la vitalité de l'anse. L'anse étranglée prend volontiers un aspect en fer à cheval, en particulier lorsqu'elle contient beaucoup d'air et peu de liquide. Cependant, rappelons qu'une anse volvulée ne contenant que du liquide est invisible sur le cliché. En amont de l'anse étranglée se développent progressivement, de façon rétrograde, des niveaux hydroaériques. En aval de l'anse étranglée, l'intestin est habituellement vide, non dilaté.

Les principales causes d'occlusion du grêle par strangulation sont le volvulus sur bride post-opératoire et la hernie étranglée interne ou externe.

– *Les occlusions du grêle par obstruction* : la présence habituelle d'air et de liquide en amont de l'obstacle entraîne l'existence de nombreux niveaux hydroaériques, de siège central, étagés de l'hypocondre gauche à la fosse iliaque droite. L'aspect du plissement évoque le grêle. Le côlon et le rectum sont vides en aval. En cas de doute, un lavement baryté peut vérifier l'intégrité du côlon.

Les principales causes d'occlusion du grêle par obstruction sont : l'iléus biliaire (dans ce cas s'ajoute une aérobie, fig. 6-13), les corps étrangers, les tumeurs malignes ou bénignes, les envahissements néoplasiques ou inflammatoires, les invaginations.

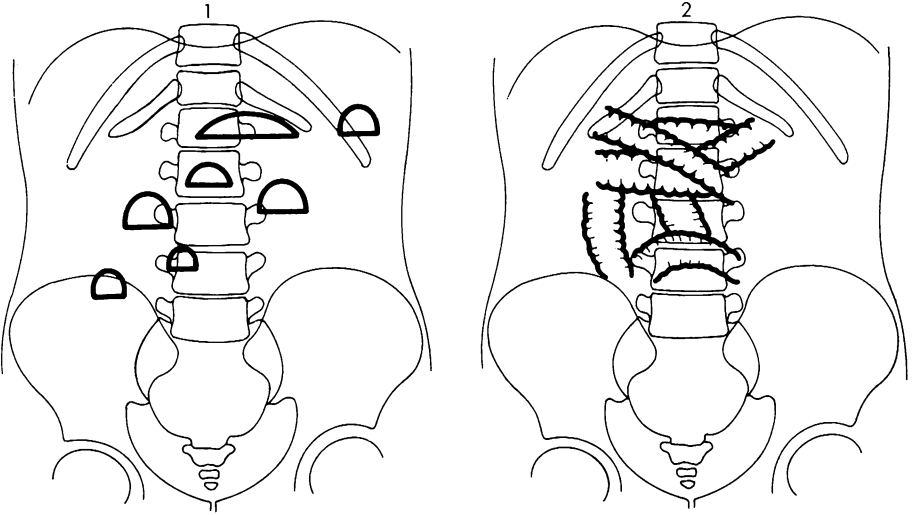


FIG. 6-9 a

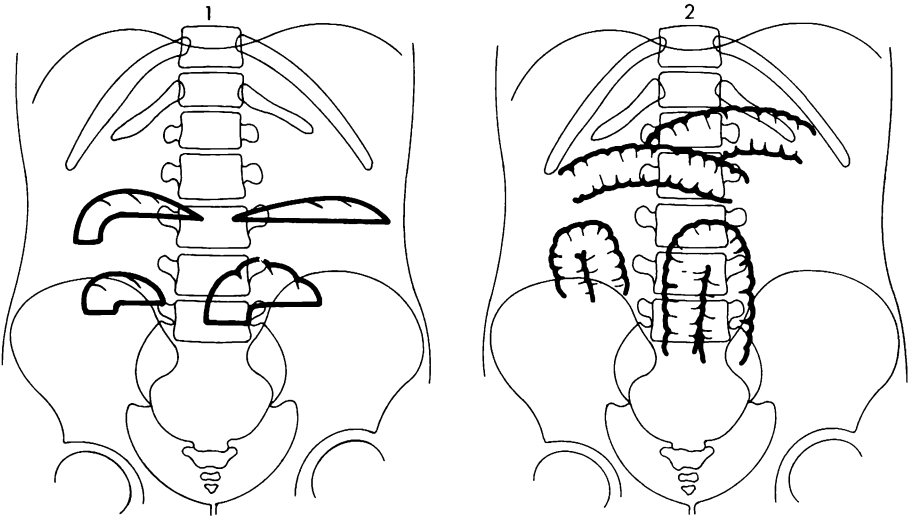


FIG. 6-9 b

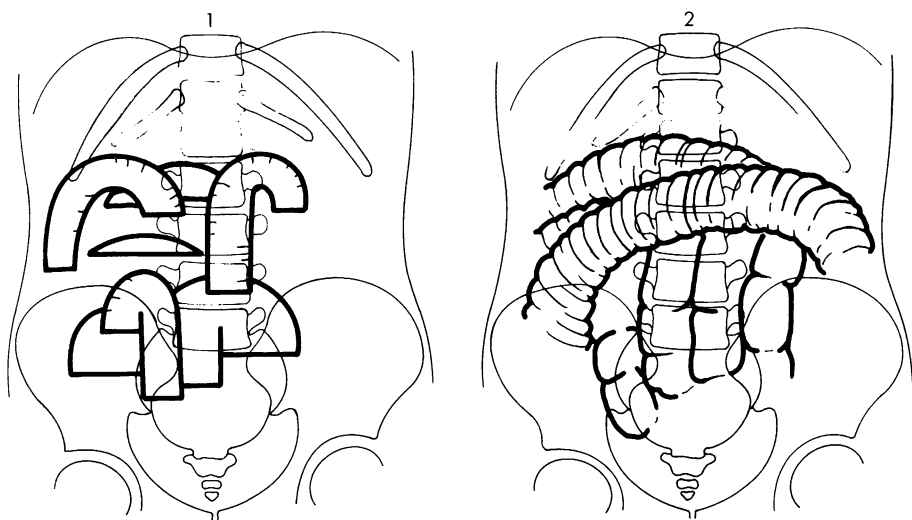


FIG. 6-9 c

FIG. 6-9. – Occlusion du grêle : différents aspects des anses suivant la proportion d'air et de liquide.

Des anses pleines d'eau sont invisibles (elles n'ont donc volontairement pas été dessinées ici).

a) Peu d'air et beaucoup de liquide

1. debout
2. couché

b) Quantité moyenne d'air

1. debout : niveaux hydroaériques plus larges que hauts
2. couché : plissement fin, rapproché, transversal, caractéristique du grêle.

c) Grande quantité d'air et peu de liquide

1. debout : images en arceau
2. couché : plissement caractéristique.

Au maximum peut-être réalisée une distension aérienne pure du grêle sans niveau liquide, en particulier dans certaines occlusions réflexes.

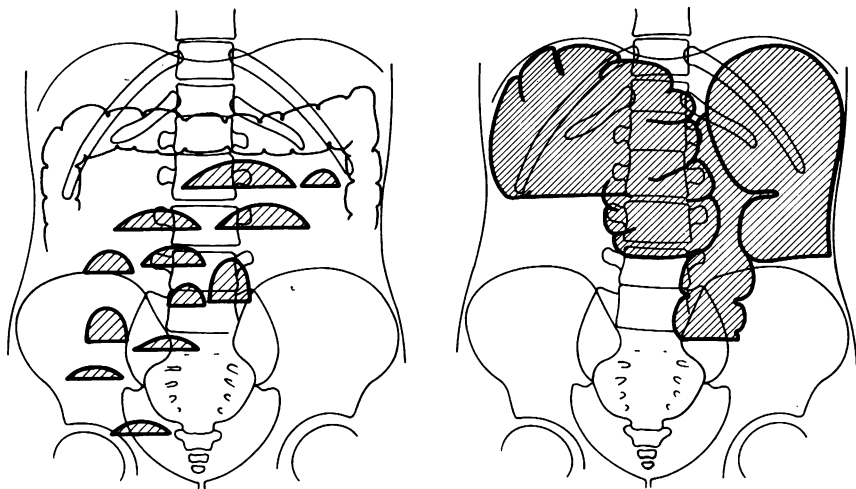


FIG. 6-10. – Occlusion du grêle : ASP en position debout.

Nombreuses petites bulles volontiers plus larges que hautes à topographie centrale étagées de la fosse iliaque droite à l'hypochondre gauche, présentant un plissement caractéristique fin, rapproché, transversal, représenté sur la figure (6-9). Le côlon en aval est vide.

FIG. 6-11. – Occlusion colique : ASP en position debout.

Volumineuses images hydroaériques, plus hautes que larges, disposées en périphérie, présentant des haustrations épaisses, rares, volontiers incomplètes.

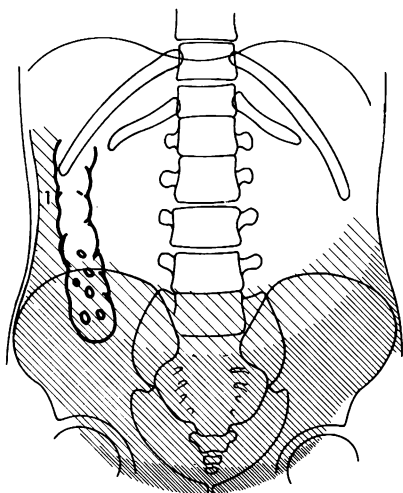
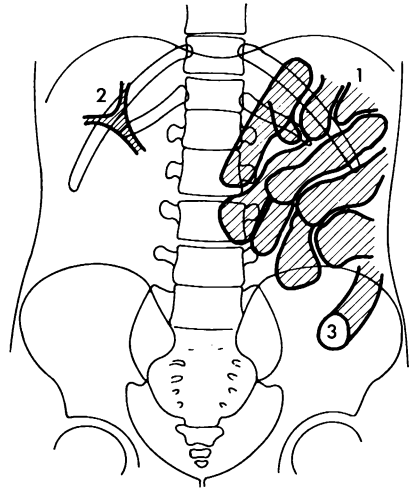


FIG. 6-12.

Épanchement intra-péritonéal : opacité à limite supérieure floue, le liquide présent dans la gouttière pariéto-colique 1. écarte le cæcum de la paroi.

FIG. 6-13. – *Iléus biliaire.*
Occlusion par obstruction.
ASP en décubitus dorsal.

- 1, anses grêles dilatées ; 2, aérobilie ;
3, calcul opaque enclavé dans le grêle.



b) Les occlusions mécaniques du côlon :

– *Les occlusions du côlon par strangulation.*

Le volvulus du sigmoïde (fig. 6-14) réalise un volumineux arceau contenant beaucoup d'air et peu de liquide. Les deux jambages de cet arceau plongent dans le petit bassin où ils sont accolés en canon de fusil.

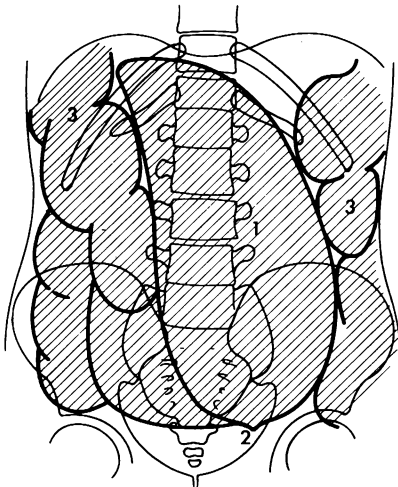


FIG. 6-14. – *Volvulus du sigmoïde :*
ASP en position couchée.

1. Volumineuse boucle sigmoïdienne distendue formée de deux anses accolées en canon de fusil et séparées par une ligne dense plongeant dans le petit bassin.
2. Zone de torsion.
3. Segments coliques dilatés au-dessus du volvulus.

Le volvulus du caecum forme une clarté gazeuse, volontiers latéro-vertébrale gauche. Le granité caecal n'est pas visible, il a disparu. Le côlon d'aval est vide, le grêle en amont est plus ou moins distendu suivant la perméabilité de la valvule. En cas de volumineuse distension aérique du caecum, une rupture est possible.

– *Les occlusions du côlon par obstruction* : L'obstruction colique entraîne habituellement une importante distension du côlon en amont et un côlon vide en aval. Lorsque la valvule de Bauhin est continente, la distension du côlon et du caecum en amont de l'obstacle peut être très importante.

Les principales causes d'occlusion du côlon par obstruction sont les tumeurs, les sigmoïdites, les foyers inflammatoires, les fécalomes.

c) **Les occlusions fonctionnelles ou réflexes.** – Il existe une quantité d'air anormale dans l'ensemble du tube digestif (grêle et côlon) ou un de ses segments. Il peut exister quelques niveaux liquides.

En cas d'inhibition motrice localisée, seules certaines anses « sentinelles » contiennent de l'air et sont modérément dilatées.

Les principales causes d'occlusion réflexe sont la pancréatite aiguë, les lésions urologiques aiguës (colique néphrétique, contusion rénale, rétention aiguë) les coliques hépatiques, les traumatismes, les interventions récentes, enfin les troubles hydro-électrolytiques, certaines causes extra-abdominales : infarctus du myocarde, lésions pulmonaires.

d) **Les occlusions inflammatoires.** – Elles relèvent des deux mécanismes, soit purement réflexes, localisées ou diffuses, soit mécaniques par agglutination d'anses au contact d'un foyer infectieux. Inversement, des péritonites authentiques ne s'accompagnent d'aucun signe radiologique.

e) **Ces occlusions fonctionnelles « mixtes ».** – Le problème dans ces cas est de faire la part de ce qui est mécanique et nécessite une intervention sur ce qui est réflexe et peut attendre. C'est de l'évolution clinique, et de l'évolution radiologique, sur des clichés répétés au besoin heure par heure, que sera prise la décision thérapeutique.

II. – LE PHARYNX ET L'ŒSOPHAGE

I. – TECHNIQUE

Comme toute exploration du tube digestif, pharynx et œsophage sont explorés en faisant ingérer un produit opaque. Ce produit met près de huit jours pour être totalement éliminé, aussi peut-il gêner d'éventuels examens radiologiques ultérieurs de l'abdomen.

II. – RADIO-ANATOMIE NORMALE

■ *Le pharynx* (fig. 6. 15).

a) **Dynamique.** – A chaque déglutition, la langue se contracte, s'arrondit et s'applique contre le palais. L'épiglotte se rabat en arrière pour fermer l'orifice laryngé, la luette se relève pour obturer le rhino-pharynx.

Après l'admission du bol alimentaire dans le pharynx, celui-ci se contracte tandis que les sinus piriformes se referment et la bouche de Killian se relâche. Le bol alimentaire passe ainsi dans l'œsophage. Il s'agit là d'images fugaces ; il faut donc multiplier les clichés, ou mieux, réaliser un enregistrement en ampliphotographie, voire au magnétoscope ou en radiocinéma.

b) **Morphologie.** – Vu de face au repos, le pharynx est limité en haut par les deux replis ou sillons glosso-épiglottiques (vallécules) ; en bas se

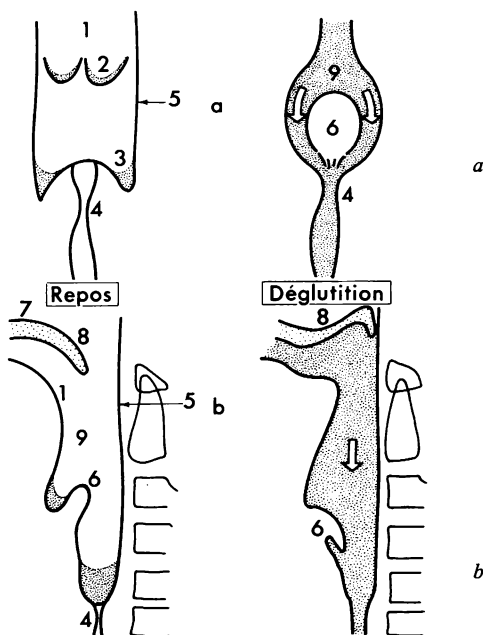


FIG. 6-15. – *Le pharynx.*

a) De face. b) De profil.

1, base de langue ; 2, sillons glosso-épiglottiques ou vallécules ; 3, sinus piriformes ; 4, bouche œsophagienne ou de Killian ; 5, paroi du pharynx ; 6, épiglotte ; 7, fosses nasales ; 8, voile du palais prolongé par la luette ; 9, vestibule.

Lors de la déglutition le voile du palais va empêcher le reflux dans les fosses nasales et l'épiglotte s'agenouille pour empêcher une fausse route dans la trachée.

reconnaissent les deux culs-de-sac plus larges, symétriques des sinus piriformes. Entre eux se trouve le larynx non opacifié.

Vu de profil, le pharynx est limité en avant par la base de la langue, les vallécules, l'épiglotte, et en bas par les sinus piriformes ; en haut par la luette, et en arrière par la paroi vertébrale cervicale.

■ *L'œsophage.*

a) **Dynamique.** – A chaque déglutition, la lumière œsophagienne s'ouvre à son extrémité supérieure, se charge du bol baryté et le conduit jusqu'au cardia. Il y a donc ouverture transitoire d'un segment œsophagien immédiatement suivie d'une onde de contraction : c'est l'ondulation péristaltique primaire.

b) **Morphologie.** – L'œsophage normal comprend trois segments :

– CERVICAL, assez court.

– THORACIQUE, qui suit un trajet médian en avant du rachis ; il a la forme d'un fuseau aux bords nets, marqué par deux empreintes situées sur son bord antérieur et gauche ; la plus nette est l'empreinte aortique et légèrement au-dessous d'elle celle de la bronche souche gauche.

Après le passage de l'onde péristaltique, la lumière œsophagienne se referme et le baryum retenu entre les plis de la muqueuse dessine deux ou trois lignes longitudinales parallèles et régulières.

– L'ŒSOPHAGE ABDOMINAL est très court, il se termine par le cardia, situé à la face postéro-interne de la grosse tubérosité gastrique. Il forme un angle aigu avec la poche à air gastrique ou angle de His. La jonction cœso-gastrique est normalement en position sous-diaphragmatique ; elle forme un système qui s'oppose au reflux gastro-œsophagien (fig. 6-16).

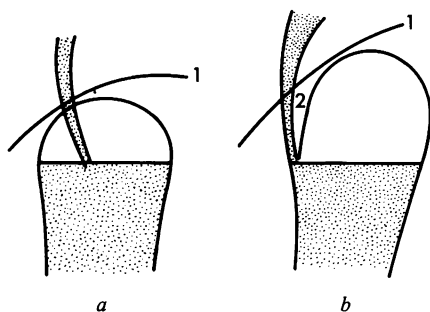


FIG. 6-16.
Jonction œso-gastrique normale.

a) De face.
b) En OAD. 1, diaphragme ; 2, angle de His.

III. – SÉMIOLOGIE

■ *Le pharynx.*

a) **Les troubles fonctionnels.** – Les parésies ou paralysies du pharynx partielles ou totales entraînent d'une part une stase, et d'autre part des fausses routes ; vers les fosses nasales si le voile est paralysé, vers le larynx et la trachée si l'épiglotte ne s'agenouille pas pour fermer l'orifice de façon étanche.

b) **Les lésions organiques.** — Les diverticules peuvent être latéraux ou postérieurs. Les lacunes par défaut d'opacification sont souvent en rapport avec une tumeur.

■ L'œsophage.

a) **Les troubles fonctionnels.** — *Dyskinésie par ondulation secondaire.* — L'ondulation secondaire naît de la portion inférieure de l'œsophage thoracique et se propage vers le haut par un mouvement antipéristaltique.

Dyskinésie par ondulations tertiaires. — Ce sont des encoches marginales peu profondes et stationnaires qui se forment sur toute la longueur de l'œsophage, réalisant au maximum des spasmes étagés.

b) **Les lésions organiques.** — Les bords de l'œsophage sont normalement rectilignes et nets.

Les sténoses constituent l'essentiel de la pathologie œsophagienne. Schématiquement, en cas de sténose maligne, le défilé est excentré, irrégulier, la zone de jonction avec la portion saine est abrupte. En cas de sténose bénigne, celle-ci est axiale, régulière, progressive (fig. 6-17).

Les lacunes. — Elles traduisent soit le développement d'une prolifération dans la lumière œsophagienne, soit une empreinte, plus ou moins profonde causée par le développement d'une formation extra-œsophagienne (adénopathies, empreintes vasculaires, tumeurs médiastinales) (fig. 6-18).

Les niches œsophagiennes forment de petites saillies en addition, elles peuvent passer inaperçues si l'incidence ne les projette pas sur un bord de l'œsophage.

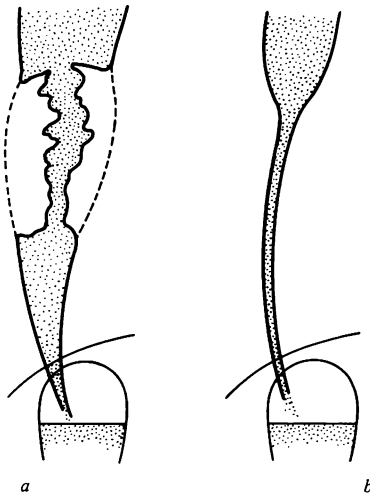


FIG. 6-17. — Sténoses œsophagiennes.

a) Défilé irrégulier, excentré = cancer.

b) Défilé régulier, axial : sténose caustique ou peptique.

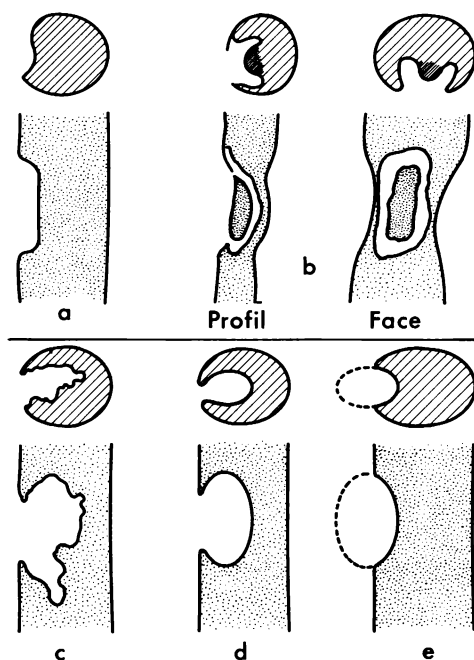


FIG. 6-18. – Anomalies des bords et des faces de l'œsophage.

- a) Raideur encastrée de profil (de face, l'image peut ne pas être visible).
- b) Ulcération néoplasique (ménisques de profil et de face).
- c) Lacune irrégulière de profil.
- d) Lacune régulière de profil.
- e) Empreinte extrinsèque de profil.

IV. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ **Le cancer de l'œsophage.** – Il se présente schématiquement sous trois formes : infiltrante, bourgeonnante, ulcéreuse. En fait, ces trois formes sont souvent associées.

Les petites lésions sont rarement dépistées, soit parce que le malade consulte après plusieurs mois de gêne et de dysphagie, soit parce que la lésion est méconnue sur les clichés : une petite raideur encastrée, localisée ne peut être visible que si elle est vue de profil (fig. 6-18 a) ; en effet, il n'y a ni sténose, ni dilatation. Le diagnostic sera confirmé par l'endoscopie.

A un stade plus évolué, le diagnostic radiologique est facile :

- soit forme infiltrante, avec sténose excentrée, tortueuse, anfractueuse ;
- soit forme bourgeonnante, se traduisant par des images lacunaires,

irrégulières. Les bourgeons élargissent le conduit, tout en obstruant la lumière. Quand la tumeur se nécrose, il se constitue une image de niche au milieu des bourgeons. Cette niche, entourée d'un bourrelet, réalise l'image du ménisque (fig. 6-18 b).

■ **Les rétrécissements par agents caustiques.** – L'absorption accidentelle ou volontaire de caustiques (soude, eau de javel etc.) entraîne un état de choc et secondairement, en quelques semaines, l'atrophie concentrique de la paroi avec rétrécissement serré, axial, à bords réguliers. La sténose est en général longue et progressive (fig. 6-17 b).

■ **Le méga-œsophage.** – Il s'agit avant tout d'un trouble fonctionnel œso-cardial, qui s'oppose au relâchement du cardia quand l'ondulation œsophagienne primaire y parvient. Une énorme dilatation de tout l'œsophage se constitue très progressivement pour aboutir à une image typique : l'œsophage est large, son diamètre étant multiplié par trois ou quatre, voire plus. Il s'allonge et se coude du côté droit, créant sur le cliché du thorax, une opacité médiastinale droite, de tonalité hétérogène du fait des résidus alimentaires. Au niveau du cardia, il existe un rétrécissement progressif, axial, en « queue de radis ».

Fait caractéristique, la poche à air gastrique est absente ou petite, car l'air dégluti avec les aliments ne passe pas. Les passages du contenu œsophagien sont intermittents, ils ne se produisent que si la charge alimentaire ou liquidienne dépasse un certain seuil.

■ **Les malpositions cardio-tubérositaires et hernies hiatales** (fig. 6-19).

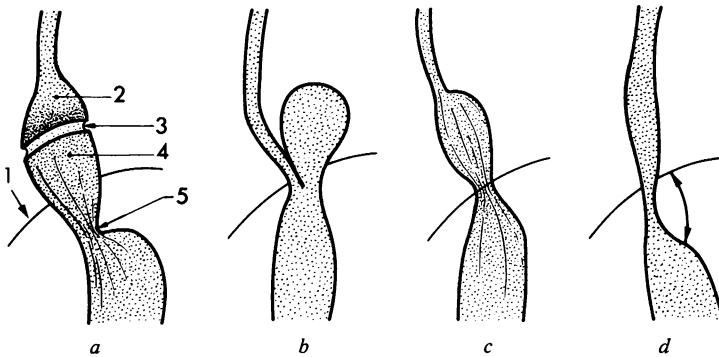


FIG. 6-19. – *Hernies hiatales et malpositions cardio-tubérositaires*

a) Hernie hiatale par glissement :

1, diaphragme ; 2, ampoule épiphrénique ; 3, cardia ; 4, hernie ; 5, collet.

L'image du diaphragme ne se situe pas au niveau du collet, en effet, la zone 1 visible sur la radiographie correspond au dôme du diaphragme et non pas à la partie qui passe au niveau du collet.

b) Hernie para-œsophagienne (très rare)

c) Hernie et brachy-œsophage

d) Malposition cardio-tubérositaire avec ouverture de l'angle de His.

a) **En cas de malposition cardio-tubérositaire**, l'angle de His est largement ouvert, et le cardia vient au contact de l'anneau hiatal. Le segment abdominal de l'œsophage tend à disparaître.

b) **Les hernies hiatales**. – Elles désignent le glissement sus-diaphragmatique du pôle supérieur de l'estomac à travers l'orifice œsophagien.

Du point de vue morphologique :

– la hernie par glissement, de loin la plus fréquente : le cardia passe au-dessus de l'orifice hiatal, suivi de la poche à air plus ou moins engagée ;

– la hernie par roulement, plus rare : le cardia demeure en position sous-diaphragmatique et la poche à air gastrique passe à travers l'orifice hiatal ;

– glissement et roulement peuvent se combiner en cas de volumineuse hernie, en particulier chez le vieillard ;

– la hernie hiatale par glissement avec brachy-œsophage serait congénitale. L'œsophage est court et la poche à air gastrique s'étire au-dessus du diaphragme. Ce type de hernie favorise la constitution d'une œsophagite peptique précoce, avec sténose axiale et parfois ulcération.

Du point de vue fonctionnel, le reflux n'est pas lié au volume de la hernie : de petites hernies peuvent s'accompagner d'un reflux important.

■ **Les varices œsophagiennes**. – En cas d'hypertension portale (fig. 6-45), les plexus veineux sous-muqueux de l'œsophage peuvent assurer la dérivation du sang veineux porte vers le système cave. Le plissement muqueux fin et régulier du tiers inférieur de l'œsophage est remplacé par de gros cordons sinueux plus ou moins abondants entre lesquels s'insinue la baryte. Certaines varices œsophagiennes, particulièrement volumineuses, peuvent avoir un aspect pseudo-tumoral. Les varices œsophagiennes sont habituellement associées à des varices de la grosse tubérosité gastrique.

III. – L'ESTOMAC ET LE DUODÉNUM

I. – TECHNIQUES RADIOLOGIQUES

■ **Préparation**. – L'examen est habituellement réalisé le matin sur un patient à jeun, n'ayant ni bu ni fumé depuis la veille. Il doit n'avoir absorbé aucune substance opaque depuis au minimum trois jours.

■ **Technique**.

a) **La technique classique** (simple contraste). – Sous contrôle de la radioscopie télévisée, le sujet boit un verre de suspension aqueuse de sulfate de baryum (la « baryte »). Pendant ce transit, des clichés sont exécutés sous diverses incidences (fig. 6-20). La recherche de hernie hiatale est habituellement associée au transit gastroduodénal.

b) **L'estomac en double contraste**. – Technique plus délicate qu'il faut réserver à des patients coopérants, pouvant se mobiliser sur la table d'examen.

Elle consiste à insuffler l'estomac (poudre effervescente ou sonde) après l'avoir rempli d'une petite quantité d'émulsion dense de baryte additionnée d'un produit antimousse pour éviter les bulles.

La mobilisation du sujet permet de tapisser la muqueuse gastrique de baryte sur toutes ses faces et de prendre des clichés sous différentes incidences. Cette technique permet de mettre en évidence de petites lésions muqueuses modifiant peu le relief muqueux.

Ces techniques sont concurrencées par la *fibroscopie* qui a de plus l'avantage de permettre un prélèvement pour examen histologique.

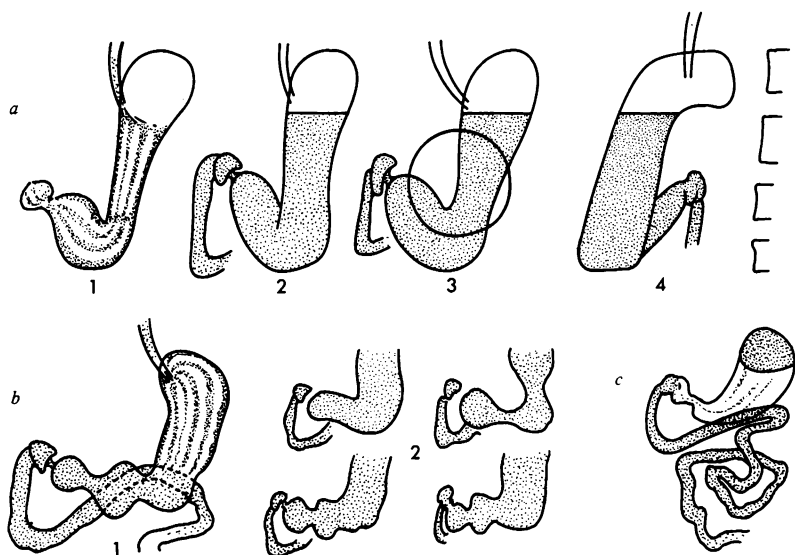


FIG. 6-20. – Dossier standard d'un transit gastro-duodénal en simple contraste.

a) Debout :

1. Couche mince mettant en évidence le plissement gastrique,
2. De face,
3. OAD avec compression pour étude de l'angle de la petite courbure.
4. Profil

b) Procubitus :

1° Ensemble

- 2° Séries bulbaires, permettant l'étude du bulbe à différents temps de réplétion.

c) Décubitus dorsal plaçant de l'air dans l'antrum, la baryte tapisse principalement la face postérieure de l'estomac. Le grêle est opacifié.

II. – RADIO-ANATOMIE NORMALE

■ *Étude dynamique.* – La portion verticale de l'estomac est un segment immobile, qui se laisse distendre passivement pendant la réplétion.

La portion horizontale est parcourue d'ondulations qui se propagent vers le canal pylorique. Certaines ondulations forcent l'ouverture du pylore, faisant passer une fraction du contenu gastrique dans le duodénum.

■ *Anatomie et morphologie* (fig. 6-21 et 6-22).

■ *Le relief muqueux.* – Les parois internes des cavités gastriques et duodénales sont tapissées d'une muqueuse d'épaisseur variable. Ce plissement constitue un relief qui donne aux faces un aspect non homogène parcouru de lignes parallèles. La baryte va tapisser la muqueuse et remplir les sillons situés entre les plis (fig. 6-23).

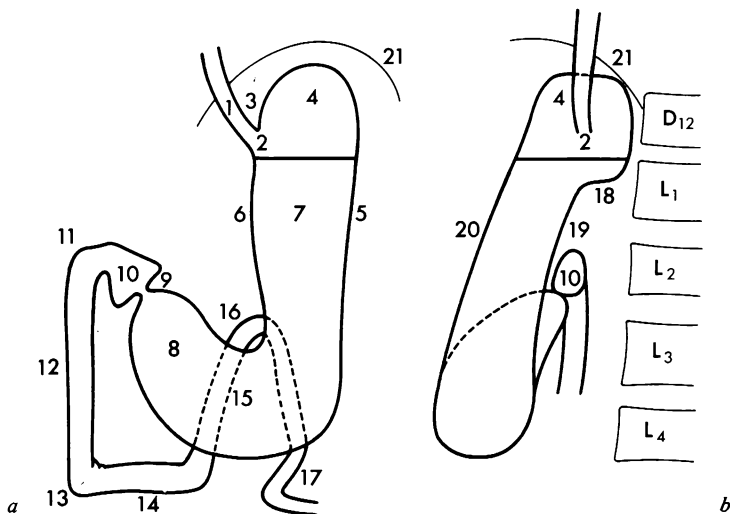


FIG. 6-21. – Les différentes portions de l'estomac
(de face et de profil).

1, œsophage abdominal ; 2, cardia ; 3, angle de His ; 4, grosse tubérosité ou poche à air gastrique (position debout) ; 5, grande courbure ; 6, petite courbure ; 7, portion verticale ou corps gastrique ; 8, portion horizontale ou antrum ; 9, canal pylorique ; 10, bulbe duodénal ; 11, génu supérieur ; 12, 2^e duodénum ; 13, génu inférieur ; 14, 3^e duodénum ; 15, 4^e duodénum ; 16, angle duodéno-jéjunal ou angle de Treitz ; 17, premières anses jéjunales ; 18, plancher de la grosse tubérosité ; 19, face postérieure ; 20, face antérieure ; 21, diaphragme.

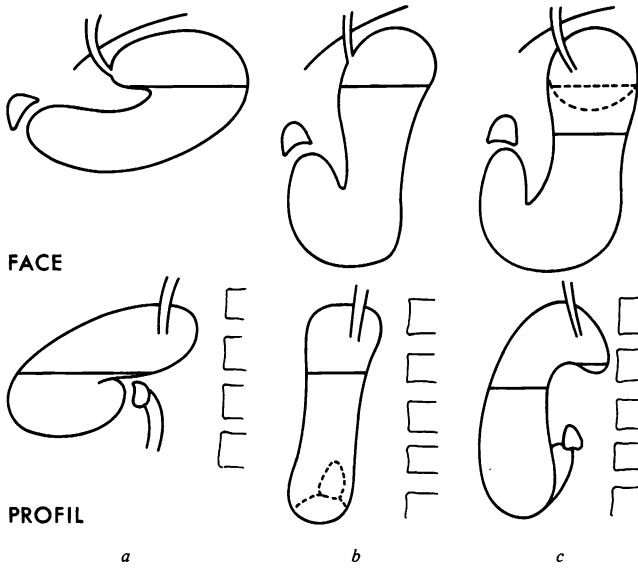


FIG. 6-22. – Type morphologique de l'estomac

a) Horizontal. b) Vertical. c) En cascade.

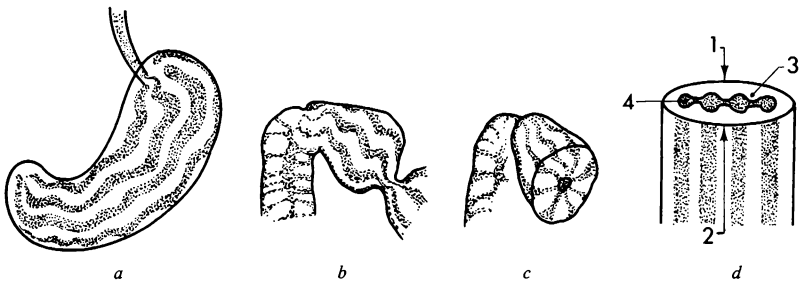


FIG. 6-23. – Le plissement muqueux normal.

- a) Plissement gastrique.
- b) Duodénum.
- c) Plis de la base du bulbe.
- d) Coupe d'un estomac en début de réplétion. 1, face postérieure ; 2, face antérieure ; 3, plis ; 4, sillons remplis de baryte.

■ *Les organes de voisinage.* – Toute hypertrophie ou tumeur des organes de voisinage peut créer une empreinte ou une compression sur l'estomac (fig. 6-24 et 6-25).

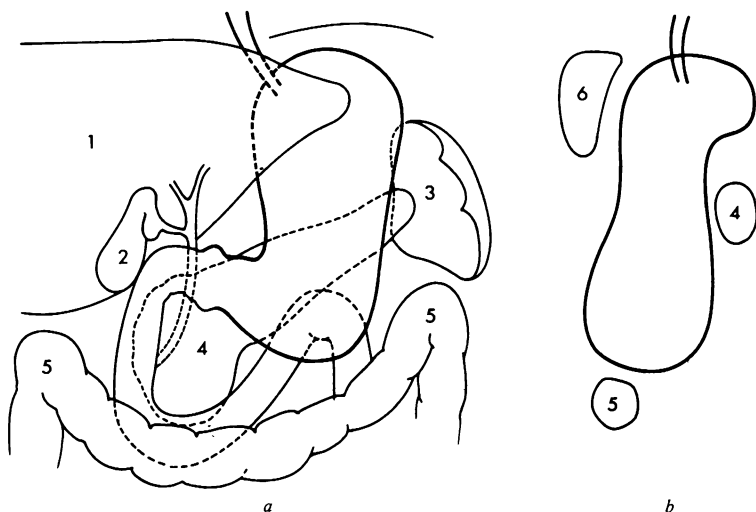


FIG. 6-24. – *Rapports anatomiques de l'estomac*
a) De face ; b) De profil.

1, foie ; 2, vésicule ; 3, rate ; 4, pancréas ; 5, angles coliques ; 6, lobe gauche du foie.

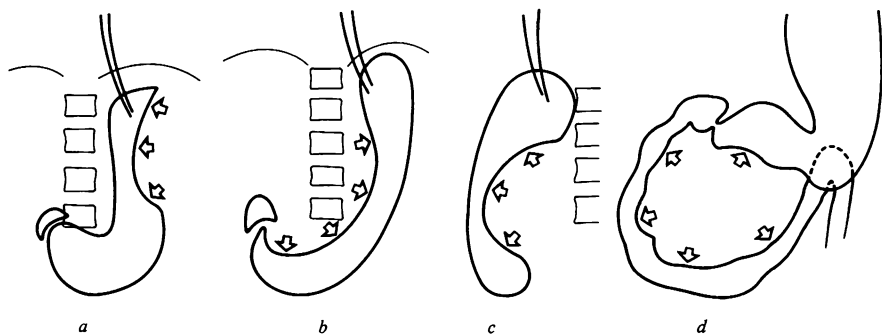


FIG. 6-25. – *Compressions extrinsèques de l'estomac.*

- a) Splénomégalie.
- b) Hépatomégalie.
- c) Tuméfaction du corps du pancréas (de profil).
- d) Hypertrophie de la tête du pancréas.

III. – SÉMIOLOGIE

■ **La niche** (fig. 6-26). – Le terme de niche désigne une tache opaque due à l'accumulation de baryte dans une cavité creusée dans la paroi. Elle est facilement visible si elle se trouve sur un bord qu'elle déforme. Elle est alors vue de profil. Si elle est vue de face, elle ne sera visible à travers l'épaisseur de baryte que sous compression ou sur une incidence qui place de l'air en avant d'elle. La forme et la taille de la niche varient selon que l'ulcération est creusée en paroi saine ou en paroi infiltrée et végétante.

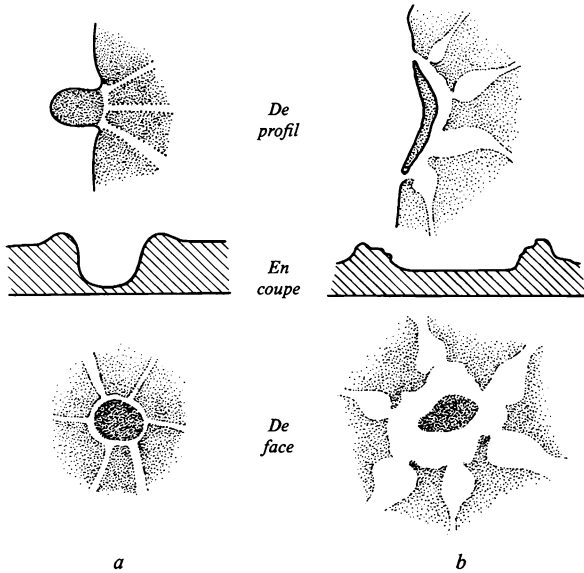


FIG. 6-26. – Niches gastriques.

a) Ulcère bénin (fig. 6-28).

b) Ulcération maligne. Niche en forme de ménisque.

a) **La niche en paroi saine ou niche en addition** est une niche *a priori* bénigne. De profil, elle se présente comme une saillie opaque, triangulaire à sommet arrondi, à bords réguliers qui émergent en dehors du contour habituel de l'estomac. Au niveau du raccordement de la niche avec le bord gastrique, existe une légère saillie appelée « *ulcus wall* ».

De face, la niche apparaît comme une tache opaque bien ronde, entourée d'un anneau clair, régulier ; les plis de voisinage convergent souvent vers la niche ; ils sont coupés par la niche sans être déformés.

b) **La niche en paroi infiltrée : niche en soustraction.** – Elle se situe en retrait du contour habituel de la lumière gastrique, elle est tantôt triangulaire,

tantôt plate, elle se raccorde avec les bords par une zone sous-dénivelée peu profonde. Elle représente un ulcère peu profond, creusé dans une paroi scléro-inflammatoire.

c) **La niche dans une paroi végétante.** – La niche forme ici une tache plate, elle est en retrait, encastrée par rapport à la courbure gastrique ; elle est séparée de la lumière et des plis muqueux gastriques par une bande claire, large, formant un bourrelet autour duquel les plis sont épaissis, renflés, c'est une niche *a priori* maligne.

■ **Les lacunes.** – Il est classique d'opposer les lacunes bien rondes ou ovalaires des tumeurs bénignes aux lacunes irrégulières des cancers végétants. En fait, c'est souvent *l'histologie* qui apportera la preuve définitive.

■ **La raideur.** – Elle désigne l'immobilité partielle ou totale des parois gastro-duodénales quand se propage une ondulation péristaltique. Quand elle est étendue, le segment paraît figé ; quand elle est courte, l'ondulation s'arrête à son niveau, la soulève en bloc, comme une « planche sur les vagues ».

Sur les clichés, la raideur se traduit soit par un aspect indéformable d'une courbure, soit par l'ouverture de l'angle de la petite courbure qui, au lieu d'être aigu, s'arrondit ou forme un angle obtus.

■ **Les modifications des plis.** – L'épaisseur des plis peut changer avec le degré de réplétion de l'estomac. A l'état normal, les plis sont parallèles. Cette orientation du relief est souvent modifiée autour des ulcères, dont la cicatrisation ou l'évolution scléreuse exerce une traction sur la muqueuse de voisinage.

Les gastrites dites hypertrophiques épaississent les plis ; à l'inverse, les gastrites dites atrophiques les effacent. L'estomac apparaît lisse, à faces homogènes. Ces aspects radiologiques ne permettent pas de poser le diagnostic car ils ne concordent pas toujours avec les informations de l'endoscopie et de la biopsie.

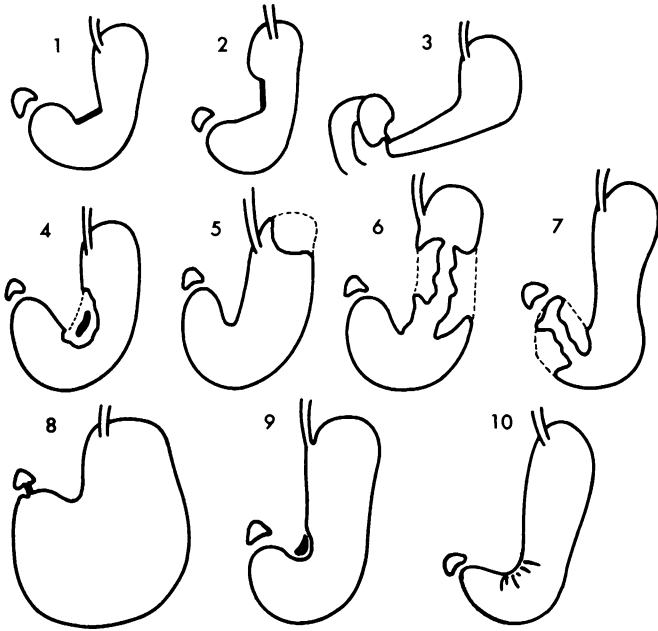
IV. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ **Les tumeurs.** – Elles sont dominées par *l'épithélioma gastrique* ; c'est en effet la tumeur la plus fréquente (fig. 6-27).

a) **Le cancer au début**, dit superficiel, n'intéresse que la tunique muqueuse et n'effondre pas la musculaire muqueuse. Il se traduit radiologiquement par :

- une raideur localisée ou une petite lacune peu saillante ;
- une niche peu creusante, limitée par un bourrelet discret ; l'aspect radiologique de cette niche peut évoquer une niche bénigne, mais il existe une raideur de voisinage et elle résiste au traitement ;
- l'extrême début, peut être marqué par l'effacement localisé du relief muqueux, difficile à voir sur les clichés, mais accessible à la *fibroscopie*, avec biopsies multiples.

b) **Le cancer évolué.** – Il se manifeste par une *lacune* à base large et peu profonde, au milieu de laquelle apparaît une niche large et plate. De profil, ce cancer ulcéro-végétant réalise l'image de ménisque.

FIG. 6-27. – *Cancers gastriques.*

1 et 2, raideurs localisées ; 3, linite gastrique ; 4, cancer ulcéré ; 5, cancer de la grosse tubérosité ; 6, rétrécissement néoplasique du corps ; 7, rétrécissement néoplasique de l'antré ; 8, sténose du pylore ; 9, ulcère malin de l'angle de la petite courbure ; 10, cancer superficiel de la petite courbure avec ouverture de l'angle.

Les formes infiltrantes (linites) se manifestent par une raideur diffuse avec ouverture de l'angle de la petite courbure, aspect figé de l'estomac qui est de capacité très réduite, s'évacuant rapidement dans un cadre duodéal distendu.

Les formes topographiques :

- le cancer de la grosse tubérosité est le plus souvent végétant, réalisant une opacité dans la clarté gazeuse du pôle supérieur de l'estomac ;
- le cancer de l'antré, souvent ulcéro-végétant, évolue vers le rétrécissement en « trognon de pomme » ;
- le cancer du pylore provoque un rétrécissement précoce et entraîne une dilatation progressive de l'estomac ;
- la localisation duodénale est très exceptionnelle.

■ *Les ulcères gastro-duodénaux.*

a) **Les ulcères non compliqués.** – La localisation la plus commune est la petite courbure gastrique et l'une des faces du bulbe ; les autres localisations

sont, par ordre de fréquence : le pylore, le plancher de la grosse tubérosité, les faces de l'antre, le deuxième duodénum et la grande courbure gastrique.

L'ulcère de la petite courbure donne une niche en addition, avec convergence des plis vers la niche. En regard de la niche, la grande courbure présente parfois une encoche spasmodique (fig. 6-28).

Sous traitement, cette niche évolue favorablement en quelques semaines ; elle diminue et s'efface progressivement. Il n'en persiste alors qu'une zone dépolie, sans relief muqueux, vers laquelle convergent quelques plis.

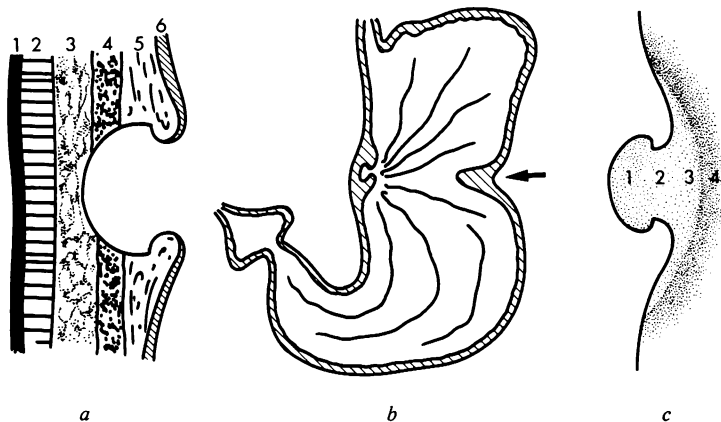


FIG. 6-28. — *Ulcère gastrique.*

a) Coupe macroscopique. 1, séreuse ; 2, musculuse ; 3, chorion ; 4, musculaire-muqueuse ; 5, sous-muqueuse ; 6, muqueuse gastrique.

b) Schéma anatomique, convergence des plis et incisure de la grande courbure (→).

c) Image radiologique de la niche. 1, niche ; 2, collet ; 3, halo ; 4, baryte dans le corps gastrique.

L'ulcère bulbaire se traduit en général par une niche vue de face ; les modifications qui entourent la niche varient avec le stade évolutif (fig. 6-29) :

- au stade œdémateux, la niche est entourée d'un cercle clair, représentant le halo d'œdème, le bulbe n'est pas déformé ;
- ultérieurement, des encoches apparaissent sur les courbures et la base du bulbe ; ces encoches et les plis muqueux convergent vers la niche, isolant parfois des récessus (stade scléro-œdémateux) ;
- au stade scléro-atrophique, la lumière se rétrécit, l'un des deux récessus disparaît souvent, tandis que l'autre se dilate ; tout le bulbe peut s'atrophier autour de la niche.

En fait, l'évolution n'obéit pas toujours à ces trois phases :

L'ulcère du canal pylorique : la niche se situe en général sur le bord supérieur ou interne du canal, le pylore est coudé au niveau de la niche ; il est large et béant, ses plis sont épaissis.

- Les ulcères des faces de l'antré ne sont visibles qu'après compression ou par la technique du double contraste.
- L'ulcère du deuxième duodénum post-bulbaire provoque une importante réaction œdémateuse de voisinage. A la longue, apparaît la niche réalisant l'image de perle enfilée.
- L'ulcère de la grande courbure est dans la grande majorité des cas d'origine médicamenteuse. La niche est en général volumineuse.

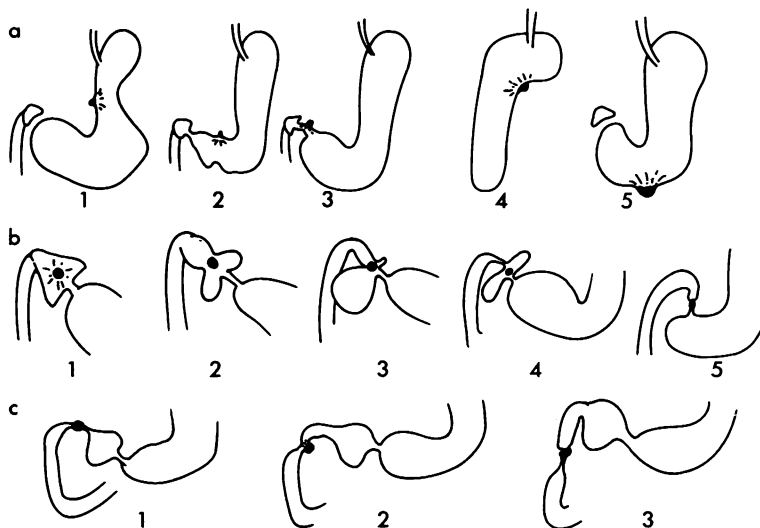


FIG. 6-29. – *Ulcères gastriques et duodénaux.*

a) Estomac. 1, PC verticale ; 2, PC antrale ; 3, pylore ; 4, plancher de la grosse tubérosité (profil) ; 5, ulcère de la grande courbure (médicamenteux).

b) Évolution des ulcères du bulbe. 1, ulcère jeune œdémateux ; 2, ulcère ancien scléreux ; 3, ulcère avec récessus externe ; 4, bulbe aplati ; 5, atresie bulbaire et dilatation gastrique.

c) Ulcères du duodénum. 1, post-bulbaire ; 2, genu superius ; 3, D2 (perle enfilée).

b) **Les ulcères compliqués.** – L'ulcère perforé bouché se reconnaît à une volumineuse niche pseudo-diverticulaire, contenant, en position debout, un niveau liquide (niche de Haudeck).

– L'ulcère perforé en péritoine libre donne un pneumopéritoine (fig. 6-8).

– Les sténoses d'origine ulcéreuse entraînent dans un premier temps une lutte gastrique et dans un deuxième temps une stase avec dilatation progressive de l'estomac et disparition du péristaltisme. Ces sténoses sont principalement le fait d'ulcères duodénaux.

■ *L'estomac opéré* (fig. 6-30).

a) **Types d'intervention :**

1° *Conservatrices*. – Elles ont pour but de réduire la sécrétion acide de l'estomac par la section des pneumogastriques et d'assurer sa vidange soit par :

– une gastro-entérostomie : une anse jéjunale est remontée à travers le méso-côlon et suturée à la grande courbure gastrique, court-circuitant ainsi le duodénum ;

– une pyloroplastie : une incision longitudinale dans le sens du pylore est ensuite suturée transversalement, entraînant ainsi un élargissement du canal pylorique.

2° *Les gastrectomies partielles*. – Elles enlèvent les deux tiers inférieurs de l'estomac (supprimant la zone productrice de gastrine). Le rétablissement de la continuité digestive se fait par une anastomose gastro-duodénale (Péan), gastro-jéjunale (Polya et Finsterer).

3° *La gastrectomie totale* nécessite une anastomose ceso-jéjunale directe ou à l'aide d'une interposition colique.

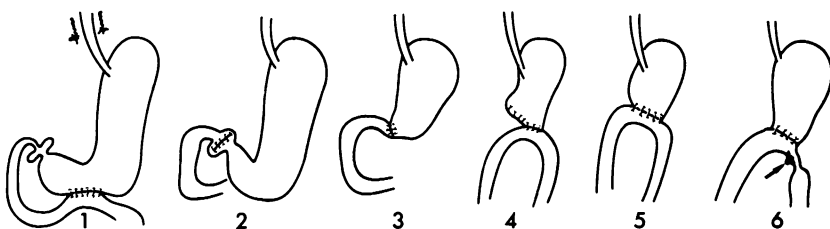


FIG. 6-30. – *Estomac opérés.*

1, gastro-entérostomie et section des pneumogastriques (Dragstedt) ; 2, pyloroplastie ; 3, gastrectomie deux tiers avec anastomose gastro-duodénale type Péan ; 4, anastomose type Finsterer ; 5, Polya ; 6, ulcère peptique, niche (→).

b) **Complications**. – Les complications post-opératoires immédiates sont les fistules mises en évidence par le transit gastrique aux hydrosolubles.

Ultérieurement, la complication majeure est l'ulcère peptique siégeant soit sur l'anastomose, soit sur l'anse jéjunale efférente. L'ulcère entraîne une image de niche. La jéjunite associée provoque un épaissement des plis.

IV. – L'INTESTIN GRÊLE

I. – TECHNIQUES

Le patient à jeun depuis la veille, absorbe une certaine quantité de baryte dense et des clichés sont pratiqués pour suivre la progression de la baryte jusqu'au caecum. Le transit du grêle est un examen long (2 à 6 heures) qui peut être difficile à supporter par un malade fatigué.

Un transit du grêle ne permet pas une étude correcte du caecum qui ne peut être obtenue que par un lavement baryté.

II. – RADIO-ANATOMIE NORMALE

a) Topographie. – Les anses jéjunales se pelotonnent dans le flanc gauche sous la grande courbure gastrique, les anses iléales se trouvent dans la région hypogastrique et la fosse iliaque droite.

b) Morphologie. – Le jéjunum est large de deux à trois centimètres ; ses plis sont serrés et très fins, donnant un aspect en « feuille de fougère » ; l'iléon est plus étroit, un à deux centimètres, et présente des plis peu nombreux. A l'état normal, les anses grêles sont mobiles et se laissent étaler par le ballon de compression.

III. – SÉMIOLOGIE ET RADIOLOGIE CLINIQUE

a) Brides et adhérences péritonéales. – Une ou plusieurs anses s'agglutinent et convergent vers un point d'attraction, certaines anses sont larges, d'autres sont sténosées.

b) Les tumeurs intra-luminales. – Elles se traduisent par des lacunes entraînant souvent des invaginations.

c) Les ulcérations et tumeurs infiltrantes. – Elles entraînent des sténoses. Sténoses courtes et excentrées siégeant volontiers sur le jéjunum en cas d'épithélioma.

Larges ulcérations pseudo-diverticulaires et/ou infiltration polypoïde, s'étendant largement à l'iléon en cas de lymphosarcome.

d) La maladie de Crohn ou iléite terminale intéresse le plus souvent les dernières anses jéjunales. Elle se caractérise par des images de rétrécissements à bords spiculés, des segments rigides indissociables ; l'évolution spontanée se fait par poussées successives et l'extension vers l'amont. Abcès et fistules compliquent cette évolution. Plus rarement cette maladie peut atteindre d'autres segments du tube digestif.

V. – LE CÔLON

I. – TECHNIQUES

■ **Préparation.** – Elle est indispensable. De sa qualité dépend celle de l'examen. En effet la présence de matières dans le côlon, peut masquer une lésion. Les détails de cette préparation seront expliqués au patient par le radiologiste : il est cependant nécessaire que le médecin prescripteur insiste auprès de son malade pour lui exposer son intérêt.

Cette préparation associe :

- a) **Un régime sans résidu** pendant deux jours au cours desquels :
 - *sont interdits* : les légumes, pommes de terre, salade, les fruits, le pain frais, la pâtisserie, les laitages, les boissons gazeuses ;
 - *sont autorisés* au petit déjeuner : café, thé, jus de fruits ; aux repas : bouillon de légumes, viande maigre, jambon maigre, poisson maigre, œufs, pâtes, gruyère.

Ce régime même bien respecté n'est pas suffisant, il faut lui ajouter :

- b) **Des laxatifs pendant 2 jours** : par exemple sulfate de magnésie (7,5 g), Péristaltine (2 comprimés).

- c) **Des lavements évacuateurs** de 1,5 à 2 litres d'eau du robinet administrés lentement en une seule fois et gardés dix minutes environ.

■ **La technique habituelle** comprend des clichés en réplétion sur les différents segments du côlon et en évacuation et enfin en insufflation (fig. 6-31).

■ **La technique en double contraste** n'est possible que sur un côlon parfaitement préparé. Elle associe un lavement à l'aide d'une faible quantité de baryte épaisse, tout juste suffisante pour recouvrir la muqueuse colique. L'insufflation d'air ouvre ensuite la lumière du côlon. Les clichés pris dans différentes positions permettent d'explorer la totalité du cadre colique. Cette technique se révèle particulièrement utile pour dépister des polypes. Elle n'est possible que chez un sujet suffisamment coopérant.

■ **Le lavement aux hydrosolubles.** – Les suspicions de perforation colique et les occlusions fébriles contre-indiquent formellement l'utilisation de baryte. Dans ces cas, il est possible d'utiliser une solution aqueuse de contraste iodé (du même type que celui utilisé pour une urographie intra-veineuse). Les images sont souvent moins nettes, mais donnent parfois des renseignements utiles.

II. – RADIO-ANATOMIE NORMALE

■ **Les images de réplétion.**

- a) **Topographie.** – L'ampoule rectale se présente en position sagittale dans

le petit bassin et suit la courbure sacrée. Le sigmoïde, de calibre plus étroit, décrit une boucle de longueur variable. Le côlon descendant est fixe dans le flanc gauche, le transverse décrit une anse courbe plus ou moins creuse allant de l'angle gauche à l'angle droit. Enfin, le côlon ascendant est logé dans la gouttière pariéto-colique droite, se terminant en bas par le cæcum.

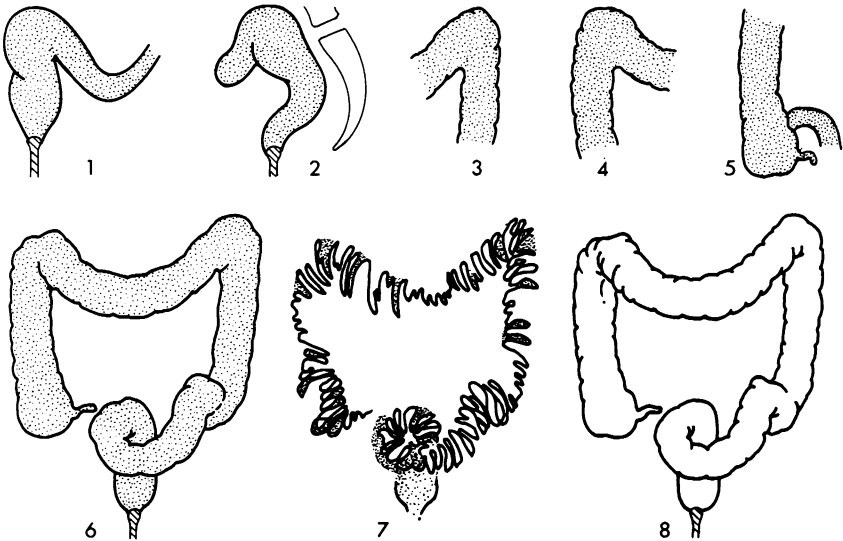


FIG. 6-31. — *Lavement baryté. Dossier radiologique.*

1, recto-sigmoïde en OAD ; 2, rectum de profil ; 3, angle gauche ; 4, angle droit ; 5, cæcum ; 6, ensemble en répétition de face ; 7, évacuation ; 8, insufflation.

b) Les haustrations (fig. 6-32). — La configuration interne du côlon présente une série de divisions circulaires plus ou moins profondes, qui divisent la lumière en une série de segments ou haustrations. Sur le cliché, celles-ci sont représentées par une succession de bosselures. Ces haustrations sont bien marquées à droite, et sur le côlon transverse ; elles diminuent en nombre à mesure que l'on se rapproche du sigmoïde.

■ **Les images en évacuation.** — L'évacuation n'est satisfaisante que si la lumière se referme totalement, emprisonnant un mince enduit baryté entre les plis muqueux, réalisant une image formée d'un fin lacs de lignes opaques entrelacées. Normalement, le sigmoïde et le transverse se déplacent vers le bas à l'évacuation.

■ **Le cliché d'insufflation ou double contraste** souligne d'une ligne continue et opaque les bords de l'intestin. Les faces sont transparentes et homogènes.

Toute irrégularité du relief muqueux en saillie ou en creux est vue sous la forme de taches et de dessins opaques.

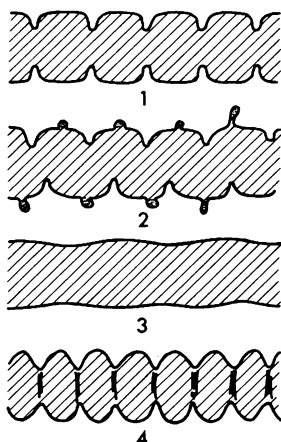


FIG. 6-32.

Les haustrations coliques.

1, normales ; 2, alternées avec diverticules ; 3, effacées (aspect tubulé) ; 4, en pile d'assiettes.

III. – SÉMIOLOGIE

■ *Les signes fonctionnels.*

a) **Les haustrations** peuvent diminuer en nombre ou en amplitude, ce qui conduit à un aspect tubulé de un ou plusieurs segments du côlon. Quand l'aspect tubulé est permanent, il est souvent le reflet d'un état inflammatoire du côlon. À l'inverse, les haustrations peuvent se tasser, comme des « piles d'assiettes », en cas de troubles spasmodiques (fig. 6-32).

b) **La tonicité.** – Un côlon hypertonique est étroit et court ; à l'inverse, le côlon hypotonique est long, large, nécessitant plus de deux litres pour la réplétion complète.

c) **La motilité.** – Un côlon normal tolère un litre à un litre et demi de liquide par lavement sans se contracter. Un côlon irritable ou hyperkinétique s'oppose précocement au lavement et tend à chasser le liquide par des contractions segmentaires.

■ *Les signes organiques ou signes de lésion pariétale* (fig. 6-33).

a) **Les anomalies de dimension.** – Les dolicho-côlons sont souvent constitutionnels ; à l'inverse, les raccourcissements sont souvent acquis au cours d'une affection inflammatoire chronique.

b) **Les anomalies des bords et des faces.**

Les images d'addition. – Les bords flous, estompés, traduisent un état

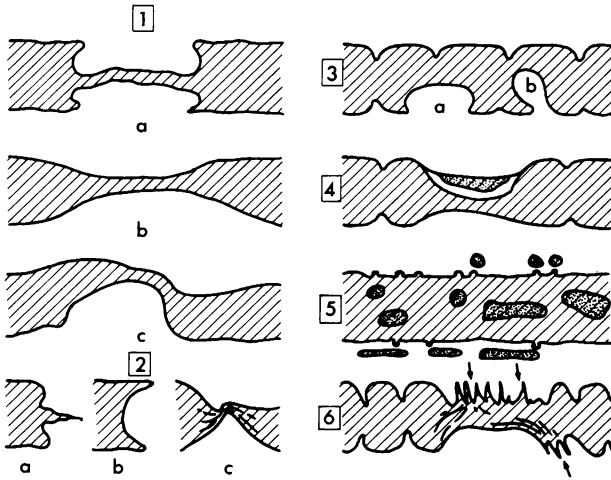


FIG. 6-33. – Lésions pariétales coliques.

- 1 : Sténoses. a, néoplasique ; b, inflammatoire ; c, par compression.
 2 : Arrêts. a, néoplasique ; b, sur invagination ; c, sur torsion axiale.
 3 : Lacunes bénignes. a, sessile ; b, pédiculée.
 4 : Ménisque. Ulcération néoplasique.
 5 : Abscès en bouton de chemise et fistule sous-muqueuse.
 6 : Cônes d'attractions au contact d'un foyer infectieux (→).

inflammatoire muqueux et la présence d'enduits glaireux, purulents ou hémorragiques sur la muqueuse.

Les bords hérissés de spicules, de niches ou d'abcès en « bouton de chemise » traduisent la présence d'ulcérations muqueuses superficielles ou profondes.

Les images de soustractions ou lacunes. – Elles représentent une prolifération inflammatoire ou tumorale endoluminale. Elles se traduisent par des images en clair, de forme variable, à base d'implantation sessile ou pédiculée, à forme régulière (adénome, lipome), ou irrégulière (tumeur vilieuse ou végétante). Au fond de la lacune peut apparaître une niche en forme de ménisque (cancer ulcéré).

Les sténoses. – Plusieurs types sont observés :

- défilé excentrique, bordé par deux zones de jonction abrupte traduisant une sténose néoplasique ;
- défilé axial avec raccordement progressif d'une sténose inflammatoire ;
- défilé avec persistance du relief muqueux, sans ulcération au cours des compressions extrinsèques.

IV. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ *Les tumeurs du côlon.*

a) **Les images lacunaires.** – Elles sont tantôt régulières, traduisant le développement d'une formation limitée, d'implantation sessile ou pédiculée, de forme arrondie ou ovale ; dans l'ordre de fréquence :

Les adénomes solitaires ou multiples (polype), souvent localisés à la région recto-sigmoïdienne. Leur détection n'est possible qu'après une excellente préparation. Certaines polyposes multiples sont familiales. La dégénérescence est possible, dans certains cas inéluctable.

Les tumeurs villeuses se traduisent par des lacunes à bords frangés, souvent volumineuses, de localisation souvent rectale ou recto-sigmoïdienne. Leur dégénérescence est fréquente.

Les tumeurs interstitielles : lipomes, schwannomes, fibromes sont en fait très rares.

Les tumeurs végétantes malignes sont les plus fréquentes. Elles donnent des lacunes très irrégulières, à base large.

b) **Les rétrécissements.** – Ils sont essentiellement causés par les adénocarcinomes. Ils forment un défilé rigide, excentré, limité par deux bords abrupts en amont et en aval (fig. 6-33 1).

c) **L'ulcération en ménisque** est une image précoce d'adénocarcinome ulcéré, qui ne fait pas encore le tour de la circonférence du côlon (fig. 6-33 4).

■ **Le côlon inflammatoire.** – Le côlon réagit souvent d'une façon univoque à certaines agressions infectieuses, médicamenteuses ou d'étiologie inconnue. Les clichés peuvent montrer trois types d'images :

Le côlon tubulé, où les haustrations disparaissent, dont les bords s'estompent, dont les faces présentent un plissement longitudinal.

Le côlon ulcéré, aux bords parsemés de spicules et d'irrégularités et dont les faces sont marécageuses, de tonalité hétérogène.

Le côlon à pseudopolypes où des lacunes en grand nombre apparaissent arrondies ou en « carte de géographie ».

Dans les trois cas, la longueur et le calibre du côlon peuvent se modifier.

Schématiquement, la *recto-colite hémorragique* réalise une atteinte du rectum et d'un segment plus ou moins long du côlon attenant, touchant souvent l'ensemble du cadre colique, et évoluant vers le raccourcissement. La *maladie de Crohn* réalise plus souvent des atteintes segmentaires entraînant volontiers des fistules et est associée souvent à des lésions du grêle et en particulier de la dernière anse. En pratique, le classement de certaines colites est souvent difficile et repose sur les arguments cliniques, évolutifs et histologiques.

■ **Les colopathies fonctionnelles.** – Elles sont courantes, motivant une grande partie des consultations en gastro-entérologie. Le lavement baryté peut mettre en évidence des modifications variables de la segmentation haustrale, de la tonicité et de la motricité. Les bords restent nets et les faces conservent leur aspect homogène.

■ **Le côlon extrinsèque.** – Ce terme désigne les modifications coliques d'origine extérieure à la paroi colique :

- soit simple compression ou refoulement par un organe hypertrophié ou une tumeur, entraînant une image d'empreinte, sans modification de la muqueuse (refoulement par un fibrome utérin, un kyste de l'ovaire) (fig. 6-33 1) ;
- soit fixation colique par des adhérences péritonéales secondaires à un abcès péricolique avec des plis muqueux figés et un aspect hérissé réalisant des cônes d'attraction (fig. 6. 33 6) ;
- soit fixité de l'ensemble du côlon : cette immobilité se voit sur l'absence de modifications topographiques du côlon entre la réplétion et l'évacuation. Cet aspect figé peut se rencontrer dans une carcinose péritonéale.

VI. – LES VOIES BILIAIRES

I. – TECHNIQUES ET RADIO-ANATOMIE NORMALE

■ **L'échographie.** – L'échographie prend une place de plus en plus importante dans l'exploration des voies biliaires et peu à peu concurrence la radiologie conventionnelle.

Préparation. – *Le jeûne* est utile car il est préférable d'avoir une vésicule pleine et un estomac sans aliment.

– *A l'état normal*, la vésicule est située à la face inférieure du foie, elle est ovale ou piriforme, son grand axe est vertical, mais de nombreuses variantes morphologiques existent, et c'est le radiologiste qui réalise l'examen qui choisira les meilleurs plans de coupe permettant une analyse complète de celle-ci. La vésicule apparaît comme une zone vide d'écho. Les voies biliaires intra-hépatiques normales ne sont pas visibles ; le cholédoque, trop fin, est rarement vu.

■ **Le cliché sans préparation.** – Centré sur l'hypocondre droit, il peut montrer des lithiases, des calcifications, voire une aérobie (fig. 6-2, 6-3 et 6-8).

■ **La cholécystographie orale** (fig. 6-34). – Le produit de contraste iodé est absorbé par voie orale 12 à 14 heures avant l'examen. Après absorption intestinale et épuration hépato-biliaire, le produit est concentré dans la vésicule. Sur les premiers clichés, la vésicule (cholécyste) apparaît pleine. L'ingestion par le patient d'un repas gras a pour effet de contracter la vésicule en une demi-heure environ. Le cholédoque est ainsi habituellement visible.

■ **La cholangiographie intraveineuse ou biligraphie** (fig. 6. 35). – Le produit de contraste est administré en perfusion intraveineuse et les voies biliaires sont opacifiées dans l'heure qui suit la perfusion. Des clichés successifs centrés sur l'hypocondre droit montrent les voies biliaires intrahépatiques et la voie biliaire principale. Secondairement la vésicule, peut s'opacifier.

Des incidents et des accidents sont possibles, à type de choc ou de collapsus.

Comme la voie orale, la voie veineuse n'est possible que si la *cellule hépatique est normale* (bilirubine inférieure à 20 mg et taux de rétention de la BSP inférieur à 45 % à 45 minutes).

FIG. 6-34.
Cholécystographie orale.

1, ingestion du produit de contraste 12 à 14 heures avant l'examen ; 2, absorption intestinale ; 3, épuration hépatique ; 4, concentration vésiculaire ; 5, évacuation vésiculaire (repas gras).

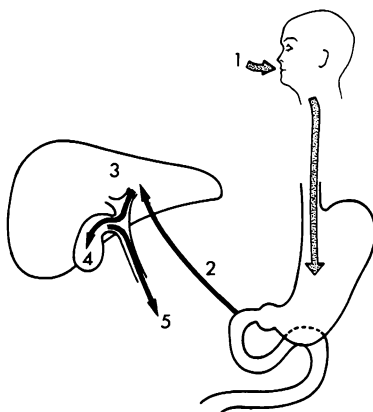
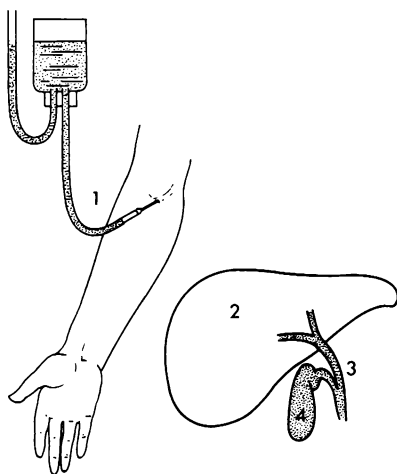


FIG. 6-35.
Cholangiographie intraveineuse.

1, perfusion en 20 à 30 minutes ; 2, élimination hépatique ; 3, opacification des voies biliaires en 1 heure environ ; 4, opacification tardive et souvent incomplète de la vésicule.



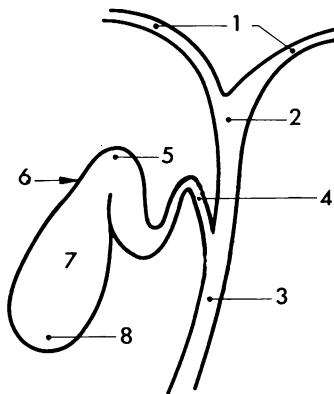
■ Les méthodes d'opacification directe :

L'opacification par ponction transcutanée transhépatique est obtenue à l'aide d'une fine aiguille introduite par voie externe, sous contrôle télévisé. Un canal biliaire est ponctionné et le produit de contraste opacifie les voies biliaires intra-hépatiques, puis extra-hépatiques. En cas d'ictère, cette technique permet d'opacifier les voies biliaires et de localiser le siège et parfois la nature de l'obstacle.

FIG. 6-36.

Schéma des voies biliaires.

1, voies biliaires intra-hépatiques ; 2, canal hépatique ; 3, cholédoque ; 4, cystique ; 5, infundibulum ; 6, col ; 7, corps ; 8, bas fond vésiculaire.



Le cathétérisme endoscopique rétrograde de la papille duodénale est réalisé après introduction d'un fibroscope duodénal grâce auquel on introduit dans la papille une sonde qui permet ainsi d'opacifier les voies biliaires à contre-courant (et parfois le canal de Wirsung).

■ **Les opacifications per et post-opératoires.** – Pendant l'intervention, les voies biliaires peuvent être opacifiées après mise en place d'une sonde dans le cystique, ce qui permet de dépister les calculs résiduels et de mesurer les pressions de passages au niveau de la papille duodénale (radiomanométrie).

Si le chirurgien a posé un drain de Kehr dans le cholédoque, l'opacification post-opératoire est possible pour contrôler les voies biliaires avant l'ablation du drain.

II. – SÉMIOLOGIE

■ *La vésicule :*

a) **L'échotomographie** permet d'apprécier le contenu de la vésicule : une lithiase volumineuse est évidente (fig. 6-37) des petits calculs sont parfois plus difficiles à détecter, des coupes réalisées dans différentes positions pourront mettre en évidence le caractère mobile, déclive de ces calculs. L'échotomographie permet de plus d'apprécier le volume de la vésicule et l'épaisseur des parois vésiculaires.

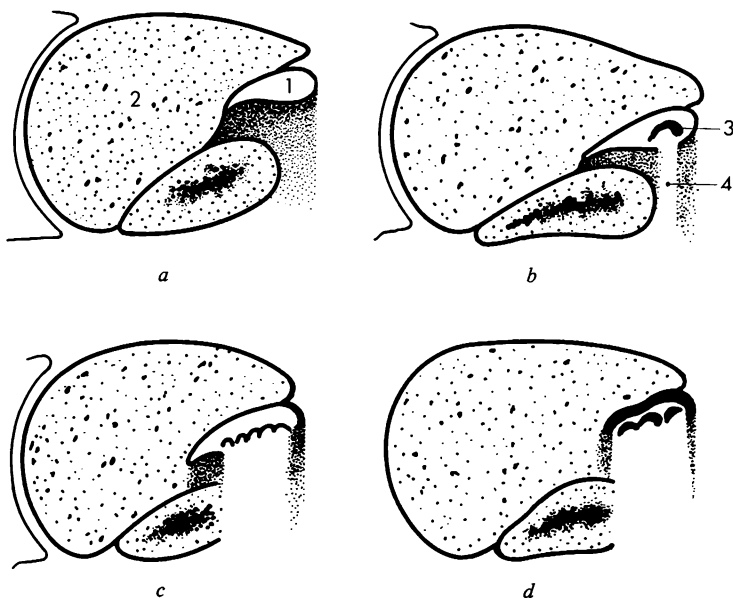


FIG. 6-37. – *Sémiologie échographique de la vésicule.*

a) Vésicule normale vide d'écho (1) suspendue au bord inférieur du foie (2) sur une coupe verticale.

b) Vésicule contenant un volumineux calcul (qu'il contienne du calcium ou sans calcium).

3. réflexion totale des échos sur la face supérieure du calcul ;

4. ombre portée dépourvue d'écho.

c) Petits calculs déclives au fond de la vésicule engendrant une ombre portée.

d) Vésicule scléro-atrophique à paroi épaisse contenant plusieurs calculs.

b) Opacification par voie orale (la cholécystographie) :

– *Absence d'opacification de la vésicule* : plusieurs raisons peuvent être évoquées :

non absorption du produit de contraste (oubli du malade, rejet par vomissement ou par diarrhée, malabsorption du grêle) ;

altération des fonctions hépatiques ;

pathologie vésiculaire. Altération de la muqueuse d'une vésicule scléro-atrophique, obstacle empêchant la pénétration du produit de contraste dans la vésicule (vésicule exclue) : oblitération complète de la lumière vésiculaire, calcul enclavé dans le cystique.

– *Les bords de la vésicule sont normalement nets*, ils sont parfois hérissés de petits diverticules en dehors du contour représentant l'opacification des sinus muqueux (Rokitansky – Aschoff).

– Parfois il existe des lacunes sur les bords et sur la surface de la vésicule, la fixité de ces petites lacunes arrondies, debout et couché, permet d'affirmer qu'il s'agit d'adénomes et non de lithiases.

– Les lithiases sont parfois calcifiées sur le cliché sans préparation, parfois claires réalisant des images lacunaires au sein du produit de contraste contenu dans la vésicule. Elles sont habituellement déclives en position debout, parfois flottant sous la forme d'une couche de calculs horizontaux (fig. 6-38).

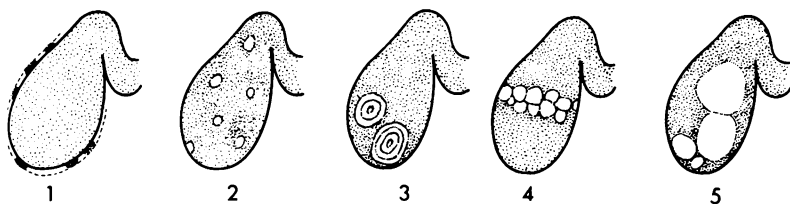


FIG. 6-38. – Séméiologie vésiculaire. (cholécytographie).

1, sinus de Rokitansky-Aschoff ; 2, adénomes ; 3, calculs stratifiés ; 4, calculs flottants en position debout ; 5, calculs clairs.

■ Les voies biliaires intra-hépatiques :

– A l'état normal, elles ne sont bien visibles que lorsqu'elles sont opacifiées par voie transhépatique (éventuellement par cholangiographie rétrograde).

– Les voies biliaires intra-hépatiques dilatées sont facilement reconnues en échotomographie, elles réalisent une image de canaux, de trajets plus ou moins sinueux, convergeant vers le hile (fig. 6-39). L'échotomographie précisera toujours le degré de distension de la voie biliaire principale et recherchera une cause : lithiasie biliaire ou tumeur pancréatique. En cas de dilatation des voies biliaires intra-hépatiques, l'opacification par voie transcutanée a un intérêt certain pour préciser (en préopératoire) le siège de la sténose par rapport à la convergence des canaux hépatiques. Lorsqu'aucune intervention chirurgicale n'est possible la mise en place par voie transcutanée d'un cathéter franchissant la tumeur peut permettre à la bile de passer dans le duodénum.

■ Les voies biliaires extra-hépatiques. – Un cholédoque dilaté réalise en échotomographie la classique image en « canon de fusil » due à la superposition du cholédoque et de la veine porte sur la coupe (fig. 6-39). Il faut cependant savoir que certains obstacles du bas cholédoque peuvent ne pas entraîner de dilatation cholédocienne.

En l'absence d'ictère une cholangiographie intra-veineuse est possible (fig. 6-40).

Comme nous l'avons vu précédemment, en cas d'ictère seule une opacification par voie transcutanée en pré-opératoire est réalisable.

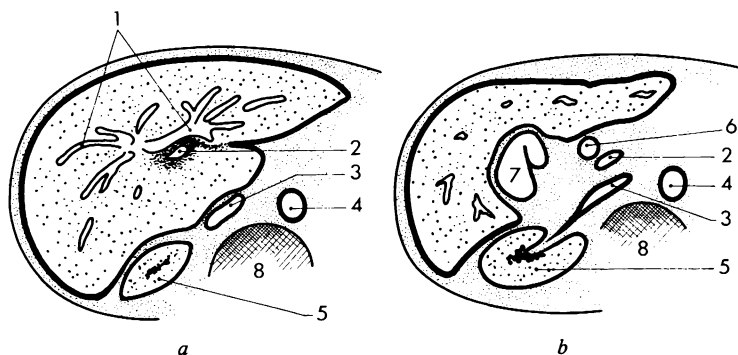


FIG. 6-39. – La dilatation des voies biliaires intra et extra-hépatiques. Aspect échographique.

a) Coupe transversale du foie (passant par le pôle supérieur du rein D) :

1, dilatation des voies biliaires intra-hépatiques droites et gauches convergeant vers le hile (aspect en « araignée ») ; 2, veine porte ; 3, veine cave inférieure ; 4, aorte ; 5, rein droit.

b) Coupe passant par un plan inférieur par rapport à la précédente : (par le hile du rein droit) ; 3, VCI et veine rénale droite ; 6, le cholédoque apparaît dilaté devant la veine porte (réalisant une image « en canon de fusil ») ; 7, vésicule biliaire distendue ; 8, rachis.

Il s'agit ici d'un obstacle bas-situé puisqu'à la fois les voies biliaires intra-hépatiques (a) et extra-hépatiques (b) sont dilatées.

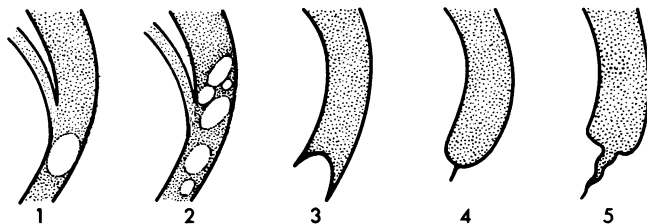


FIG. 6-40. – Séméiologie du cholédoque.

Les images sont identiques quel que soit le mode d'opacification

1, calcul unique ; 2, empierrement cholédocien ; 3, calcul bloqué dans le bas cholédoque ; 4, oddite ; 5, sténose néoplasique.

III. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ *Des douleurs de l'hypochondre droit* évoquant des crises de coliques hépatiques, justifient actuellement, avant tout, une échographie, qui permet une étude complète de la totalité des voies biliaires et de plus permet d'étudier le pancréas et le foie.

Si l'échographie vésiculaire est normale, la cholécystographie orale n'est pas nécessaire.

Si l'échotomographie met en évidence une lithias vésiculaire, la cholécystographie ou la cholangiographie intra-veineuse ne seront envisagées que s'il est nécessaire de rechercher une anomalie sur le reste des voies biliaires.

Si la lithias vésiculaire nécessite une intervention, l'opacification complémentaire des voies biliaires intra et extra hépatiques se fera en per-opératoire.

■ *En cas d'ictère prolongé*, le problème est de ne pas négliger un obstacle justifiant un geste chirurgical. L'échotomographie abdominale permet habituellement d'affirmer une dilatation des voies biliaires intra-hépatiques, apprécie souvent le calibre du cholédoque et retrouve parfois une étiologie (lithias biliaire ou tumeur pancréatique).

Une opacification pré-opératoire par voie transcutanée transhépatique peut permettre de préciser mieux le type de l'obstacle, mais cette opacification, si l'intervention est décidée, peut se faire en per-opératoire.

Si les voies biliaires intra-hépatiques ne semblent pas dilatées en échotomographie, l'opacification par voie transcutanée à l'aiguille fine peut permettre d'affirmer l'intégrité des voies biliaires, affirmant ainsi l'origine « médicale » de l'ictère.

■ *En cas de cholécystite aiguë*. – Devant un tableau évoquant une cholécystite aiguë, l'échotomographie permet habituellement d'en confirmer le diagnostic : la pression de la sonde en regard de la vésicule réveille la douleur. Elle peut dépister une lithias ; elle apprécie l'épaisseur de la paroi vésiculaire, témoin de la cholécystite ou peut enfin dépister la grosse vésicule dilatée d'un pyocholécyste.

■ *En cas de récurrence douloureuse*, après cholécystectomie, l'échographie et la cholangiographie intra-veineuse peuvent être indiquées pour rechercher un éventuel calcul résiduel. Rappelons qu'après cholécystectomie, le cholédoque a un calibre légèrement augmenté (un cholédoque normal ne dépasse pas un centimètre de diamètre).

VII. – LES EXPLORATIONS PANCRÉATIQUES

I. – TECHNIQUES

■ *L'échotomographie* permet une bonne étude du pancréas en particulier chez les sujets maigres, mais la présence de cicatrices ou d'air dans les anses grêles peut empêcher toute étude. Lorsque le pancréas est complètement identifiable, il est facile d'en apprécier le volume et surtout de dépister des formations kystiques qui en dépendent. Cependant, certaines petites tumeurs peuvent avoir le même aspect échographique que le reste de la glande.

L'échotomographie permet de plus un repérage très précis en profondeur d'une tumeur ou d'un kyste que l'on désire ponctionner, permettant une étude cytologique.

■ **Le scanner** permet une excellente étude anatomique de la totalité du pancréas et est indiqué lorsque l'échographie est insuffisante. Cependant, comme il n'existe pas de normes en ce qui concerne le volume du pancréas, certaines petites tumeurs de même densité que le reste du pancréas, peuvent passer inaperçues.

■ **Les méthodes d'opacification directe.** — La ponction per-opératoire du canal de Wirsung est possible. L'opacification par voie rétrograde par fibroscopie n'est pas dénuée de risque.

■ **Les méthodes d'étude indirecte** consistent à apprécier le retentissement d'une tumeur pancréatique sur les voies biliaires, le cadre duodénal, l'estomac, voire le côlon. (fig. 6-41).

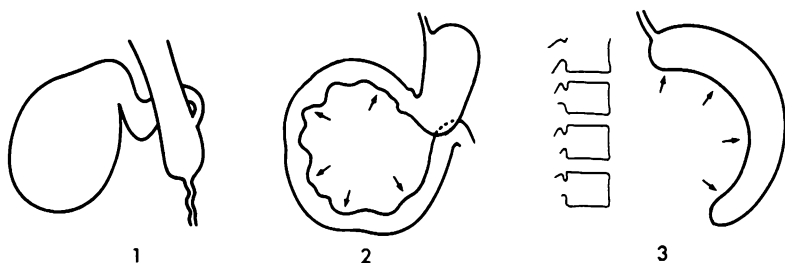


FIG. 6-41. — Sémiologie pancréatique.

1, Cancer de la tête du pancréas : sténose du bas cholédoque, dilatation du cholédoque, volumineuse vésicule ; 2, élargissement du cadre duodénal par un cancer ou un kyste de la tête du pancréas ; 3, estomac de profil refoulé en avant par un kyste du corps du pancréas.

II. — ANATOMIE RADIOLOGIQUE

fig. 6-42 et 1-19.

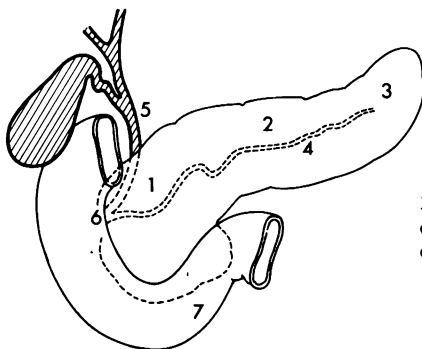


FIG. 6-42.

Rapport des voies biliaires et pancréatiques.

1, pancréas, tête ; 2, pancréas, corps ; 3, pancréas, queue ; 4, Wirsung ; 5, cholédoque ; 6, papille (sphincter d'Oddi et ampoule de Vater) ; 7, duodénum.

VIII. – LES EXPLORATIONS DU FOIE ET DE LA RATE

I. – TECHNIQUES

■ *Le cliché d'abdomen sans préparation.* – L'ingestion de sels effervescents, entraînant une dilatation aérique de l'estomac, peut permettre de mettre en évidence une splénomégalie.

■ *L'échotomographie* permet habituellement une étude complète du foie ; la rate est parfois explorable seulement par voie intercostale lorsqu'elle est de petit volume.

■ *Le scanner* permet une bonne étude de la structure du foie et de la rate.

■ *L'artériographie du tronc cœliaque et de la mésentérique supérieure.* – La méthode de Seldinger par voie fémorale rétrograde (fig. 5-17) permet à l'aide d'une sonde à extrémité recourbée de réaliser une opacification sélective des artères digestives.

■ *La splénoportographie.* – Cette technique consiste à ponctionner la rate à l'aide d'une aiguille fine, injecter un produit de contraste qui opacifie la veine splénique et le tronc porte. De plus, elle permet de prendre la pression intra-splénique (témoin de la pression portale). Les indications de la splénoportographie sont actuellement rares (sauf en cas d'hypertension portale de l'enfant où ses risques sont inférieurs à ceux de l'artériographie).

II. – RADIO-ANATOMIE ET SÉMILOGIE

■ *L'A.S.P.* peut confirmer une hépatomégalie ou une splénomégalie qui sont habituellement accessibles à la palpation dès que leur volume est important (fig. 6-4).

■ *L'échographie* permet au niveau du foie de repérer les kystes et les zones pleines qui sont échogènes (fig. 1. 22). L'échographie, du fait de son innocuité, peut être facilement répétée ce qui permet de suivre l'évolution de certains abcès, de guider les ponctions évacuatrices.

Au niveau de la rate, l'échographie étudie le volume, ses variations et repère facilement les kystes intra-spléniques, en particulier hydatiques.

■ *Le scanner.* – Au niveau du foie il n'apporte pas toujours des renseignements supérieurs à ceux fournis par l'échographie, en particulier en cas de lésion kystique, cependant, il permet grâce à l'injection de produit de contraste d'affirmer la nature vasculaire ou non d'une tumeur.

■ *L'artériographie du tronc cœliaque et de la mésentérique supérieure* (fig. 6-43) peut être décomposée en plusieurs temps :

- dans les premières secondes, le temps artériel apprécie la disposition harmonieuse des artères et la division des artérioles, dépistant à ce stade le type de développement d'une éventuelle tumeur (hypervasculaire, avasculaire ou mixte) ;
- au temps parenchymateux (ou capillaire), les opacités du foie et de la rate sont bien visibles ;
- au temps de retour veineux, les veines du système porte s'opacifient progressivement (fig. 6-44). En cas d'hypertension portale, les dérivations sont visibles (fig. 6-45).

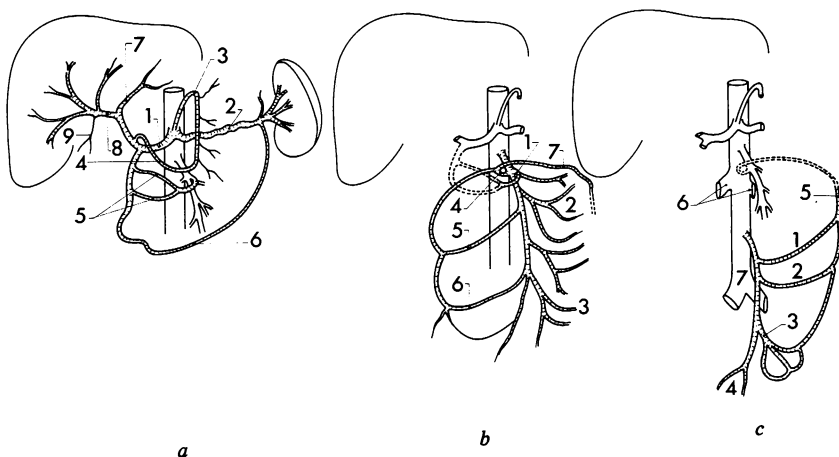


FIG. 6-43. — *Les artères digestives.*

a) Disposition habituelle du tronc cœliaque. 1, hépatique ; 2, splénique ; 3, coronaire stomacique ; 4, pylorique (formant avec 3 le cercle de la petite courbure gastrique) ; 5, arcades duodéno-pancréatiques ; 6, gastro-épiploïque (formant le cercle de la grande courbure) ; 7, branche gauche de l'hépatique moyenne ; 8, branche droite de l'hépatique moyenne ; 9, artère cystique.

b) Mésentérique supérieure. 1, première jéjunale donnant un tronc commun pour les arcades duodéno-pancréatiques ; 2, artères jéjunales ; 3, artères iléales ; 4, artère colique supérieure droite ; 5, artère colique moyenne droite ; 6, artère iléo-cæco-colique ; 7, arcade de Riolan.

c) Mésentérique inférieure. 1, colique supérieure gauche ; 2, colique moyenne gauche ; 3, tronc des artères sigmoïdiennes ; 4, artères hémorroïdales supérieures ; 5, arcades de Riolan ; 6, artères rénales ; 7, bifurcation aortique.

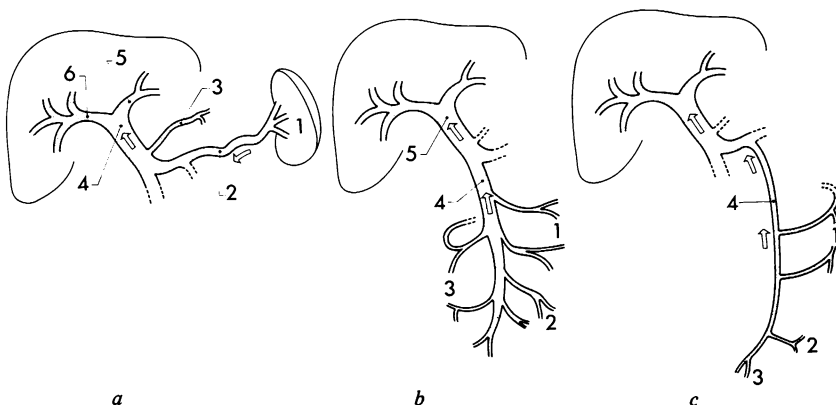


FIG. 6-44.

FIG. 6-44. – Les différents secteurs du système porte tels qu'ils sont opacifiés à l'état normal, au temps de retour veineux d'une artériographie sélective (6-43).

a) Retour veineux spléno-portal (après artériographie coeliaque). 1, la rate ; 2, veine splénique ; 3, veine coronaire stomacique (drainant le sang de l'estomac) ; 4, tronc de la veine porte ; 5, branche gauche ; 6, branche droite.

b) Retour veineux mésentérique supérieur. 1, veines jéjunales ; 2, veines iléales ; 3, veines coliques droites ; 4, veine mésentérique supérieure ; 5, tronc de la veine porte.

c) Retour veineux après artériographie mésentérique inférieure. 1, veine colique gauche ; 2, veines sigmoïdiennes ; 3, veines hémorroïdales supérieures ; 4, veine mésentérique inférieure.

III. – RADIOLOGIE CLINIQUE

■ **Le diagnostic d'hépatomégalie** est habituellement clinique : il peut être confirmé par l'abdomen sans préparation, les différents examens biologiques ; la laparoscopie permet bien souvent d'en préciser l'étiologie.

L'échographie et parfois le scanner peuvent orienter vers une étiologie. Le problème est relativement simple devant des lésions kystiques à l'échographie, *a fortiori* si certaines sont calcifiées, chez un sujet originaire d'un pays d'endémie hydatique. De même, la découverte de multiples lésions échogènes au décours d'une intervention pour un cancer, est évocatrice de métastases multiples.

L'artériographie reste indiquée lorsque les examens précédents ne permettent pas de conclure ou sont discordants ou enfin, lorsque se discute une indication opératoire.

■ **Un abcès du foie** pourra être ponctionné, surveillé par l'échographie.

■ **Un abcès sous-phrénique** est de diagnostic facile en échographie si la collection est interhépato-diaphragmatique, par contre une collection sous-hépatique peut être de diagnostic plus délicat.

■ **Une splénomégalie** relève le plus souvent d'une cause générale (affection hématopoïétique, hypertension portale). En cas de splénomégalie isolée faisant suspecter une tumeur de la rate (rare), l'artériographie pourra être indiquée.

■ **En cas d'hypertension portale (H.T.P.)**, la radiographie de l'œsophage permettra de mettre en évidence les varices œsophagiennes et les varices gastriques. L'artériographie cœlio-mésentérique permet d'une part au temps artériel une étude des parenchymes, mais surtout au temps de retour veineux, met en évidence l'ensemble du système portal (fig. 6-44) et ses dérivations porto-caves spontanées.

En pratique, l'artériographie n'est indiquée que lorsqu'une intervention de dérivation porto-cave est discutée. Elle peut mettre en évidence une contre-indication opératoire (adéno-cancer thrombose portale étendue...)

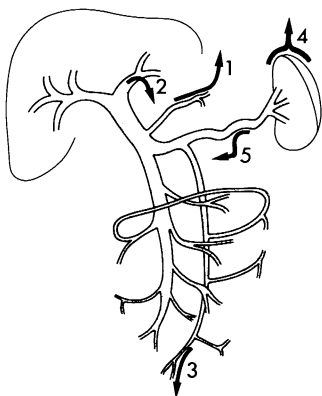


FIG. 6-45.

Le système porte en cas d'HTP et les voies de dérivation porto-caves.

1, inversion du flux dans la veine coronaire stomachique, dérivations cardio-tubérositaires et œsophagiennes (drainage par le système azygos vers la VCS) ; 2, dérivation par la veine ombilicale (veine mammaire interne vers la VCS ; veine fémorale vers la VCI) ; 3, inversion du flux dans la veine mésentérique inférieure, dérivation par les plexus pelviens vers la VCI (hémorroïdes) ; 4, anastomose spléno-pariétale (rare) ; 5, anastomose spontanée spléno-rénale gauche (rare).

7

APPAREIL URINAIRE

par

J. AFFRE et Ph. ROULEAU

I. – TECHNIQUES ET RÉSULTATS NORMAUX

Le cliché d'abdomen sans préparation (A.S.P.) et l'urographie intra-veineuse (U.I.V.) sont les deux examens de base permettant l'étude complète de l'appareil urinaire. L'échographie apportera souvent des informations fondamentales, les autres examens ne seront effectués qu'en seconde intention.

A. – LE CLICHÉ SANS PRÉPARATION

I. – TECHNIQUE

Il est réalisé sur un malade en décubitus dorsal ; ce doit être un grand cliché, couvrant tout l'appareil urinaire, du pôle supérieur du rein le plus haut jusqu'à la symphyse pubienne comprise en bas.

II. – LE PLAN D'ANALYSE SYSTÉMATIQUE

■ *Le cliché d'ASP* (voir page 289) : dans ce cas on étudiera particulièrement :

- *le bord externe des psoas* visibles de D12-L1 à la crête iliaque (parfois effacé dans la concavité d'une scoliose ; ailleurs son effacement est presque toujours pathologique) ;

- *les reins*, qui ne sont visibles que s'il existe une couche grasseuse périrénale suffisante. En cas de superposition gênante du contenu intestinal, une compression abdominale ou des coupes tomographiques peuvent permettre d'étudier leurs contours.

- si la *vessie* n'est pas vidée, elle peut être visible sous la forme d'une opacité peu dense, refoulant les anses intestinales parfois bordées d'une clarté

graisseuse sous-péritonéale. La visibilité d'une ombre vésicale après miction traduit la présence d'un résidu ;

– l'aire de projection de l'*urètre* et de la *prostate* est située en arrière et en dessous de la symphyse pubienne sur la ligne médiane.

■ *L'analyse des opacités de tonalité calcique.* – Quelles soient urinaires ou extra-urinaires, ont déjà été envisagées (voir fig. 6-3).

B. – L'UROGRAPHIE INTRAVEINEUSE

Elle est réalisée par l'injection intraveineuse d'un produit tri-iodé hydrosoluble éliminé électivement par le rein, permettant l'opacification de l'urine et la visualisation du parenchyme rénal et des voies excrétrices.

I. – INDICATIONS

■ *Indications évidentes* : toutes modifications cliniques ou biologiques attirant l'attention sur l'appareil urinaire.

■ *Deuxième groupe d'indication* :

– Les manifestations générales (anémie, fièvre inexpliquée, polyglobulie, altération de l'état général).

– Les affections susceptibles de s'accompagner de lésion de l'appareil urinaire ou de retenir sur lui : affections pelviennes ou gynécologiques, malformations congénitales, affections générales (goutte, diabète, hypercalcémie), tumeurs ou adénopathies (cancer du testicule, maladie de Hodgkin, lymphosarcome, recherche de cancer primitif, masse abdominale ou rétro-péritonéale).

– L'U.I.V. ne retarde en rien les autres explorations en particulier barytées contrairement à celles-ci lorsqu'elles sont pratiquées en premier.

II. – CONTRE-INDICATIONS

■ *La contre-indication formelle* est la déshydratation et une prudence particulière s'impose chez le diabétique en insuffisance rénale.

■ *Cas particuliers.*

a) *En cas d'insuffisance rénale*, l'indication de l'U.I.V. peut être discutée pour plusieurs raisons :

– l'absence d'obtention d'images valables du fait de la faible concentration de l'urine en produit de contraste ;

– le risque d'aggraver l'insuffisance rénale ;

– la fiabilité de l'échographie, capable d'évaluer le volume et l'existence d'une dilatation des cavités rénales.

Chez un malade normalement hydraté, une U.I.V. est possible du fait de la moindre toxicité des produits iodés actuels.

b) **L'« intolérance à l'iode ».** — La simple sensation de chaleur généralisée est pratiquement constante, l'apparition de nausées et de vomissements sont des manifestations mineures. Les manifestations cutanées et muqueuses, sont de véritables allergies avec parfois œdème laryngé ; enfin, plus graves sont les manifestations d'hypotension avec collapsus parfois mortel (1 cas sur 100 000).

En pratique, ces accidents sont plus fréquents chez les sujets aux antécédents allergiques ; ce sont eux qui devront bénéficier d'une prémédication systématique.

Mais les accidents sont *imprévisibles*, les tests à l'iode ne sont plus pratiqués car dangereux et trompeurs, d'où la nécessité pour le radiologue d'avoir à portée de la main tout le matériel nécessaire à une réanimation d'urgence.

c) **Le myélome.** — Des anuries ont été observées au cours d'UIV pratiquées chez des malades porteurs de myélome. Il s'agit d'une précipitation tubulaire de la paraprotéine de Bence-Jones au contact du produit de contraste ; ceci n'est vrai qu'en cas d'oligurie. Chez ces malades, l'urographie sera pratiquée en hydratation correcte, ce qui entretient une diurèse suffisante évitant ces accidents.

d) **La grossesse** nécessite d'être très strict dans les indications de l'UIV et de s'en tenir à un minimum de clichés pour obtenir un diagnostic (le plus souvent d'une obstruction nécessitant un geste chirurgical). La possibilité d'une grossesse doit faire préférer la première moitié du cycle pour réaliser une UIV chez une jeune femme.

III. — TECHNIQUE

■ **Préparation.** — Le patient devra s'abstenir de tout produit opaque, au minimum cinq jours auparavant ; le même délai doit être respecté après les explorations radiologiques (transit gastro-duodénal, lavement baryté et même opacification des voies biliaires).

Pour éviter la dilution du produit de contraste par une diurèse trop importante, une restriction hydrique est souhaitable : trois heures de jeûne absolu avant l'examen ; mais en urgence, même au décours d'un repas, l'UIV est possible.

■ **Le produit de contraste** utilisé est un composé hydrosoluble (composé tri-iodé contenant environ 38 g d'iode pour 100 ml). Chez l'adulte aux fonctions rénales normales, la dose de 1 à 1,5 ml/kg est habituelle. Chez l'insuffisant rénal ou lorsque les cavités sont dilatées, il est nécessaire d'utiliser des doses plus fortes.

■ **Le produit de contraste est injecté par voie intraveineuse.** — Il atteint l'artère rénale en une quinzaine de secondes ; il est éliminé par filtration glomérulaire

puis collecté dans les cavités excrétrices ; ainsi progressivement de l'urine opaque vient remplacer l'urine non opaque pré-existante dans les cavités urinaires.

■ **Déroulement habituel de l'examen.** – Cliché d'abdomen sans préparation, après miction. Injection rapide intraveineuse du produit de contraste et clichés quatre ou cinq minutes après le début de l'injection.

Ensuite, séquence de clichés toutes les cinq minutes environ sans règle absolue, permettant l'étude des ombres rénales, des cavités pyélocalicielles, des uretères et du remplissage initial de la vessie.

Lorsque l'étude du haut appareil est terminée, le malade se lève, s'habille, et attend jusqu'à ce qu'il sente une franche envie d'uriner. On prend alors un cliché pré-mictionnel puis per-mictionnel en oblique, couché chez l'homme, debout chez la femme, enfin un cliché post-mictionnel.

■ En fait, *il n'existe pas d'urographie standard.* – L'examen doit toujours être surveillé et adapté en fonction des renseignements fournis par les clichés successifs :

- *La compression urétérale* ne sera pas systématique ; elle peut être réalisée par un ballon, bloquant les uretères au niveau du détroit supérieur, entraînant un meilleur remplissage du haut appareil urinaire. Un cliché pratiqué lors de la décompression permet d'avoir une bonne image des deux uretères.

- *La compression* est contre-indiquée en cas d'obstacles déjà existants sur les voies excrétrices (retard sécrétoire, retard d'évacuation, dilatation des cavités en amont de l'obstacle). De même on s'abstiendra de toute compression en cas de coliques néphrétiques, de traumatisme abdominal ou d'intervention abdominale récente.

- *Les clichés tardifs* jusqu'à la 36^e heure après l'injection pourront être pratiqués en cas d'obstacle à l'évacuation de l'urine.

- Dans certains cas, *des clichés en oblique*, debout ou en procubitus, seront nécessaires.

- *Des tomographies*, soit au cours de l'urographie, pour préciser les contours rénaux chaque fois qu'ils ne sont pas nettement visibles, soit néphrotomographies 30 secondes après injection de produit de contraste, permettant l'obtention d'une néphrographie précoce, principalement corticale, par opposition à la néphrographie tardive qui lui fait suite, qui est celle observée tout au long de l'urographie. La néphrographie précoce peut permettre d'apprécier la vascularisation d'une masse rénale.

- *En cas H.T.A.* du sujet jeune : des clichés minutés à 30 secondes, 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – minutes après le début de l'injection, peuvent apprécier un éventuel retard de sécrétion d'un côté. Une diurèse provoquée en fin d'U.I.V. à l'aide d'un diurétique (wash-out) permet d'apprécier la disparition de l'opacification des cavités pyélocalicielles qui doit être symétrique, voire mesurer l'augmentation de la surface des reins qui sous l'effet de l'hyperdiurèse doit être d'au moins 10 % par rapport aux clichés initiaux.

■ **Renseignements morphologiques.** – De face les reins apparaissent obliques en bas et en dehors (fig. 7-1), leur bord interne près de la ligne des psoas. Le rein gauche est plus haut que le droit qui est abaissé par le foie. A l'état

normal, un rein mesure trois vertèbres lombaires et demie (entre 12 et 14 cm) (l'épaisseur du rein est égale à la moitié de sa largeur qui est égale à la moitié de sa longueur).

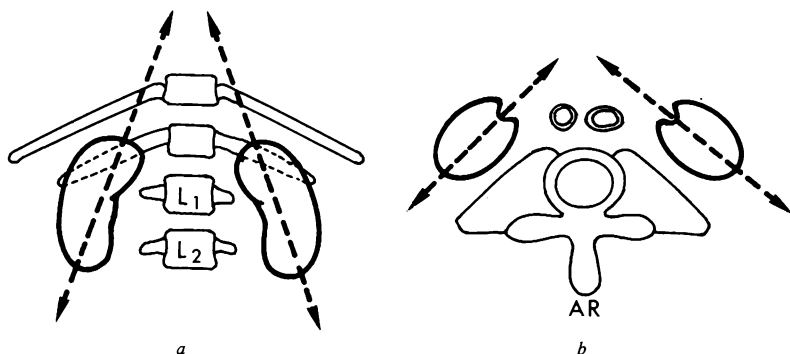


FIG. 7-1. – Orientation des reins.

a) De face, les reins sont obliques en bas et en dehors, parallèles aux bords externes des psoas.

b) Sur une coupe transversale (type scanner) l'axe des reins est oblique en avant et en dedans, un cliché réalisé en oblique postérieure suivant cet axe réalise un profil vrai du rein.

■ Les différentes parties du rein sont schématisées sur la figure 7-2. – Les petits calices doivent être étudiés un par un et dans leur ensemble ; ils sont formés de deux parties :

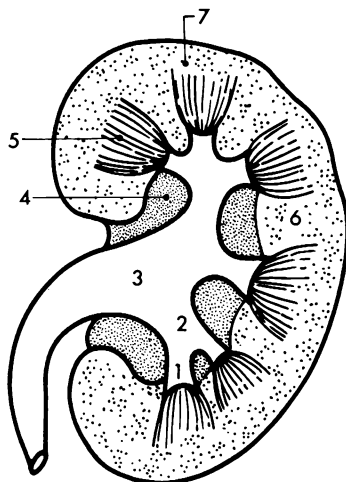


FIG. 7-2.
Schéma du rein.

1, petit calice ; 2, grand calice ; 3, bassin ; 4, sinus du rein ; 5, pyramide de Malpighi ; 6, colonne de Bertin ; 7, corticale.

- une cupule qui s'emboîte dans la papille, la ligne d'insertion étant le fornix ;
- et une tige s'abouchant sur le calice (fig. 7-3).

Les petits calices sont en nombre variable (de 6 à 20), ils sont disposés en couronne. La ligne réunissant l'extrémité des cupules calicielles, située dans le plan frontal ou ligne de Hodson, reproduit le contour du rein et lui est parallèle ; elle définit l'épaisseur du parenchyme rénal : en moyenne 2,5 cm et 3 cm aux pôles supérieur et inférieur (fig. 7-4). Au niveau du groupe caliciel supérieur, plusieurs cupules peuvent se terminer sur une seule tige : calice composé.

Trois à quatre petits calices confluent pour former un *grand calice* ; habituellement trois grands calices plus ou moins développés vont se terminer dans le bassin.

Le *bassin* ou *pyélon* est triangulaire, plus ou moins développé, son bord supérieur convexe, son bord inférieur concave.

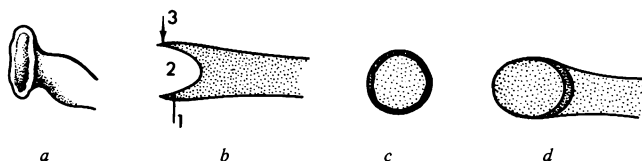


FIG. 7-3. - *Morphologie d'un petit calice.*

- Schéma anatomique.
- Image radiologique : la cupule calicielle (1) est centrée sur la clarté due à la saillie de la papille (2) le fornix est bien dessiné (3).
- De face : aspect d'une carté centrale bordée d'un cercle dense.
- Le petit calice vu de trois quart donne un faux aspect de calice convexe. Le demi cercle externe est moins dense, l'interne est plus dense.

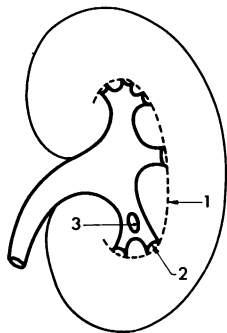


FIG. 7-4.

Dispositions des petits calices.

- 1, ligne de Hodson ; 2, calice de profil ;
- 3, calice vu de face.

■ **L'uretère** comporte quatre segments : lombaire, iliaque (correspondant au détroit supérieur), pelvien (à égale distance entre les bords latéraux du bassin et du sacrum), intramural, horizontal dans l'épaisseur du muscle vésical.

L'uretère est animé de mouvements péristaltiques continus et asymétriques, qui font que tous ses segments ne sont jamais opacifiés en même temps. Lorsque l'UIV est faite à forte dose la diurèse est importante, et il est possible que l'uretère soit vu en totalité sans que cela ait une valeur pathologique formelle.

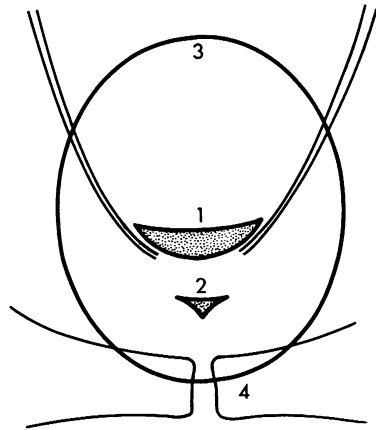
■ **La vessie** : elle s'étudie dès le début de son remplissage (fig. 7-5).

La miction doit être franche : la vessie devient ronde, le col s'ouvre largement, l'urètre est bien opacifié. La miction doit être complète ; on ne doit pas noter de reflux vésico-urétéral.

FIG. 7-5.

Aspects du remplissage de la vessie en décubitus dorsal (ordre du remplissage 1-2-3).

1, fossette rétro-urétérale ; 2, col vésical ; 3, partie antérieure de la vessie ; 4, symphyse pubienne.



C. – LES EXPLORATIONS RÉTROGRADES

Elles comportent des risques traumatiques et infectieux quelle que soit la technique, et n'apportent que des renseignements morphologiques fragmentaires ; elles viennent compléter l'UIV si celle-ci est insuffisante.

I. – L'URÉTROGRAPHIE RÉTROGRADE

(fig. 7. 6).

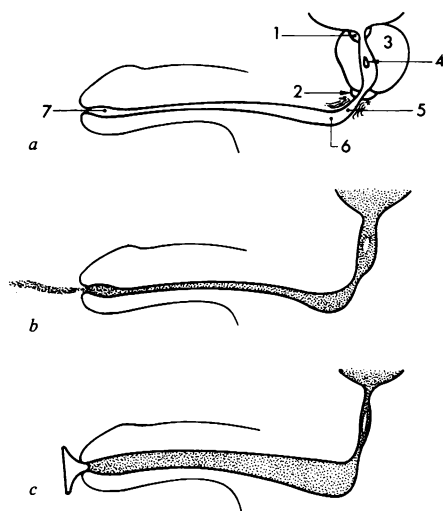


FIG. 7-6.

Urétrographie chez l'homme.

a) Schéma anatomique. 1, sphincter lisse ; 2, sphincter strié ; 3, prostate ; 4, veru montanum ; 5, urètre membraneux ; 6, cul-de-sac bulbaire ; 7, fossette naviculaire.

b) opacification au cours de la miction.

c) urétrographie rétrograde : l'injection rétrograde entraîne une dilatation de l'urètre antérieur.

II. – LA CYSTOGRAPHIE RÉTROGRADE

La réplétion vésicale peut s'effectuer soit par sondage intravésical, en particulier chez la femme dont l'urètre est court ; soit par urétrographie rétrograde chez l'homme, soit enfin par la ponction sus-pubienne (voir page 348). Quelle que soit la méthode employée, la vessie pleine sera radiographiée de face et en oblique, l'étude per et post-mictionnelle sera effectuée dans les mêmes conditions que lors de UIV. Le reflux vésico-urétéral noté au cours des cystographies rétrogrades sera plus net du fait de la meilleure concentration de produit de contraste.

Un reflux est toujours pathologique même chez l'enfant :

- le reflux est passif, s'il existe au cours du remplissage ou lors de la réplétion vésicale ;

- le reflux est actif s'il se produit au cours de la miction ;

- le reflux est souvent fugace et variable d'un examen à l'autre.

III. – LES AUTRES EXPLORATIONS RÉTROGRADES

L'urétéro-pyélographie rétrograde (UPR) : une sonde est placée au niveau de l'abouchement de l'uretère dans la vessie. La pyélographie rétrograde : la sonde est montée jusqu'à la jonction pyélo-urétérale.

Ces deux types d'examen seront pratiqués sous cystoscopie en salle d'opération avec une asepsie rigoureuse ; ils peuvent permettre d'obtenir un moule du haut appareil urinaire ou préciser la partie inférieure d'un obstacle. Dans ces cas, le rein est quasi muet sur l'U.I.V. et ses cavités sont dilatées en échographie. Un rein réellement muet doit habituellement faire pratiquer une artériographie sauf si l'échographie apporte suffisamment de renseignements sur la dilatation des cavités et l'état du parenchyme restant.

D. – L'ECHOTOMOGRAPHIE

(fig. 7-7)

I. – GÉNÉRALITÉS

L'exploration de l'appareil urinaire par les ultrasons est une méthode fiable et non agressive pouvant ainsi être facilement répétée, elle permet de plus de guider certaines ponctions (voir page 348).

Habituellement, l'échographie précède ou complète l'U.I.V. qu'elle peut même, dans de rares cas, remplacer.

Les reins sont explorés en procubitus, le faisceau ultrasonore étant transmis à travers les fosses lombaires. Le rein droit peut être également examiné par voie antérieure à travers la fenêtre acoustique constituée par le foie droit ; le rein gauche par cette voie antérieure est habituellement masqué par les gaz contenus dans le tube digestif.

L'exploration échographique du bas appareil urinaire peut s'effectuer vessie pleine : l'analyse porte sur la capacité vésicale, la morphologie de la paroi (diverticule, tumeur...), l'existence d'une éventuelle hypertrophie prostatique. Certains appareils permettent d'autre part, par voie rectale, l'exploration de la prostate.

II. – L'ÉCHOGRAPHIE A TROIS PRINCIPALES INDICATIONS

- *Éviter parfois une U.I.V.* dans les cas particuliers que nous avons envisagés précédemment (insuffisance rénale, myélome, grossesse).
- *Compléter une U.I.V.* pour étudier la nature d'une masse intra-rénale (et permettre sa ponction lorsqu'il s'agit d'un kyste).
- *Dépister une uropathie obstructive* responsable d'une dilatation des cavités. La répétition des échographies permettra de suivre l'évolution de la dilatation des cavités.

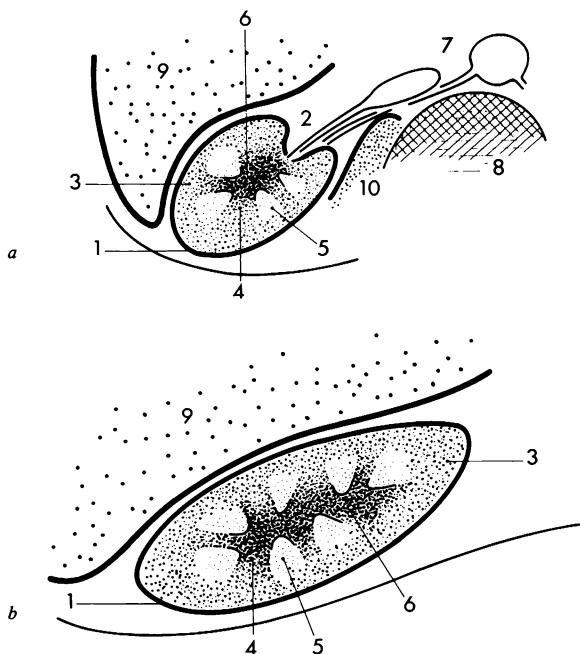


FIG. 7-7. – Abord antéro-latéral du rein droit par échographie.

a) Coupe transversale du hile.

1, capsule ; 2, veine et artère rénale ; 7, veine cave et aorte ; 3, corticale ; 4, médullaire ; 5, pyramide ; 9, foie : lobe droit ; 10, psoas ; 8, vertèbre ; 6, sinus rénal (échos denses).

b) Coupe longitudinale du rein.

E. – LE SCANNER

(fig. 7-8)

Les deux reins sont facilement identifiables sur les coupes du scanner. En effet, ils sont enveloppés par la graisse de l'espace péri-rénal.

En cas de tumeur solide à l'échotomographie, le scanner permet d'évaluer l'extension tumorale. D'autre part, l'injection de produit de contraste au cours de l'examen permet d'affirmer le caractère vasculaire ou non de la masse.

Dans un contexte clinique évocateur, l'existence d'une masse intrarénale hypervasculaire est pratiquement synonyme de cancer du rein.

Le scanner précise au mieux l'extension éventuelle d'une masse dans l'espace péri-rénal, la veine rénale et la veine cave inférieure, permettant de choisir la meilleure tactique opératoire.

Le scanner permet d'affirmer la nature graisseuse de certaines lésions.

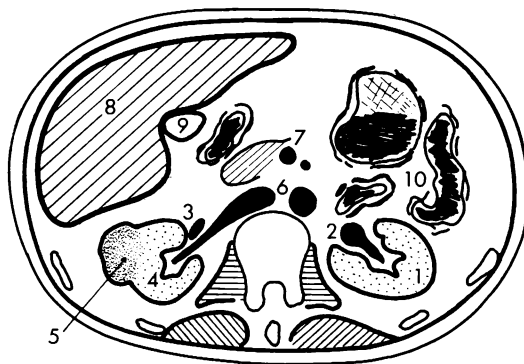


FIG. 7-8. – Coupe transversale tomodensitométrique de l'abdomen après injection IV de contraste.

1, rein gauche normal ; 2, bassinot gauche ; 3, bassinot et veine rénale droite ; 4, rein droit ; 5, tumeur hyper vasculaire ; 6, veine cave et aorte ; 7, tête du pancréas artère et veine mésentérique supérieure ; 8, foie ; 9, vésicule biliaire ; 10, estomac duodénum jéjunum remplis de contraste hydrosoluble administré par voie orale.

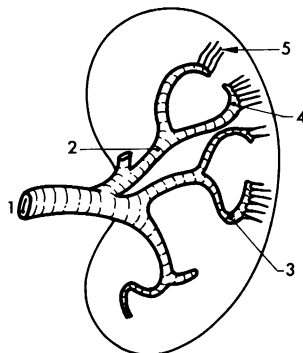
F. – LES EXPLORATIONS VASCULAIRES

I. – L'ARTÉRIOGRAPHIE RÉNALE

L'opacification des artères des reins se fait d'abord de façon globale par un cathéter placé dans l'aorte (fig. 5-18) puis éventuellement une artériographie sélective est pratiquée à l'aide d'un cathéter coudé introduit dans l'artère rénale choisie (fig. 7-9).

FIG. 7-9.
La division d'une artère rénale.

1, artère rénale ; 2, artère lobaire ; 3, artère interlobaire ; 4, artère arquée ; 5, artère inter-lobulaire.



■ **Les principales indications** sont chirurgicales (syndromes tumoraux rénaux, traumatismes du rein, malformations rénales) ou médicales (essentiellement l'HTA du sujet jeune pour rechercher une cause chirurgicalement curable, rein muet).

Les contre-indications de l'artériographie sont fonction de l'âge, de l'état vasculaire, de l'existence d'éventuels troubles de la coagulation. En fait, les contre-indications sont rares ; l'artériographie ne sera pratiquée que si elle ne fait pas courir de risques excessifs au malade et si de son résultat peut dépendre un acte thérapeutique.

■ **Résultats.** – Le temps artériel n'excède pas quelques secondes, permet d'apprécier le calibre de l'artère rénale, sa distribution intra-parenchymateuse (fig. 7-9). Parfois existent deux ou trois artères rénales vascularisant des territoires séparés. Le temps néphrographique est maximum vers la septième seconde ; il est dû à l'accumulation de produit de contraste dans les capillaires puis dans les tubules, il permet d'apprécier la morphologie parenchymateuse et l'épaisseur du parenchyme fonctionnel.

L'opacification de la veine rénale débute vers la huitième ou neuvième seconde, elle est souvent peu nette.

II. – L'ARTÉRIOGRAPHIE PAR DIGITALISATION DE L'IMAGE

Elle permet habituellement une étude relativement correcte des artères rénales, suffisante pour dépister une sténose.

III. – LA CAVOGRAPHIE

L'injection de produit de contraste par voie bi-fémorale permet une bonne étude de la veine cave inférieure (fig. 5-24).

G. – LA RADIOLOGIE URINAIRE INTERVENTIONNELLE

I. – PONCTIONS A VISÉE DIAGNOSTIQUE

■ **Cystographie sus-pubienne.** – Un cathéter est introduit par ponction dans la vessie pleine, au-dessus de la symphyse pubienne. Cette méthode est préférée à la cystographie ou l'urétrographie rétrograde chez l'homme. Elle sera effectuée avec une parfaite asepsie. La cystographie sus-pubienne permet une excellente étude du bas appareil. L'urétrographie rétrograde est réservée à l'appréciation des sténoses de l'urètre dont il faut connaître la limite distale.

■ **Ponction de kyste.** – La certitude qu'une masse rénale est un kyste, après une urographie intra-veineuse ou une échotomographie, ne peut provenir que de la ponction qui en permet l'analyse chimique et cytologique : elle

peut permettre l'opacification du kyste par injection de produit de contraste.

■ **Ponction du bassin** au cours d'une obstruction. – Si l'urographie est insuffisante pour déterminer le niveau et la nature de l'obstacle, la ponction du bassin et l'injection de produit de contraste permettent de réaliser une pyélographie descendante qui n'a pas l'inconvénient septique de la classique U.P.R.

II. – PONCTIONS A VISÉE THÉRAPEUTIQUE

■ **Néphrostomie per-cutanée.** – La dérivation externe de l'urine d'un rein obstrué est assurée par un cathéter introduit dans les cavités excrétrices à travers le parenchyme rénal par la fosse lombaire.

■ **Dérivation interne.** – En cas d'obstruction urétérale le cathéter introduit dans les cavités excrétrices par néphrostomie per-cutanée est poussé sous amplificateur de brillance pour franchir l'obstacle urétéral et rétablir la continuité urinaire. Ce mode de drainage, souvent choisi dans un contexte carcinologique, n'est que palliatif.

■ **Dilatation de sténose urétérale.** – Une sténose courte et récente de l'uretère peut être dilatée avec succès par le gonflement d'un ballonnet au niveau de la sténose. Un cathéter à ballonnet sera introduit par néphrostomie per-cutanée.

■ **Extraction de calculs rénaux** par l'introduction d'une sonde de Dormia.

III. – L'EMBOLISATION DE L'ARTÈRE RÉNALE

Certaines équipes chirurgicales peuvent demander au radiologiste d'emboliser l'artère rénale, schématiquement dans deux cas : devant une volumineuse tumeur hypervasculaire, ou en cas d'hémorragie rétro-péritonéale afin d'intervenir dans de meilleures conditions. Parfois cette embolisation sera palliative chez des malades inopérables.

II. – SÉMIOLOGIE RADIOLOGIQUE

I. – LES MALFORMATIONS CONGÉNITALES

■ **Les malformations rénales**

- a) **Nombre.** – Le rein surnuméraire est exceptionnel.
- L'agénésie rénale peut être :
 - bilatérale, non compatible avec la vie ;
 - unilatérale : le rein unique controlatéral est en hypertrophie compensatrice.

b) Dimension. – **HYPERTROPHIE COMPENSATRICE** : toutes les dimensions sont augmentées harmonieusement lorsque le rein controlatéral est pathologique ou absent.

DIMINUTION DE VOLUME :

- *l'aplasie* : l'ébauche rénale est fibreuse et ne s'opacifie pas à l'UIV ;
- *la dysplasie* correspond à un petit rein malformatif contenant parfois des éléments anormaux ;
- *l'hypoplasie harmonieuse organoïde* se traduit par la réduction de toutes les dimensions du rein, l'ensemble étant harmonieux ;
- *l'hypoplasie segmentaire* constitue en fait un chapitre à part. Elle se caractérise par des encoches profondes du contour rénal au contact de calices à fond convexe. Ces anomalies peuvent être localisées ou toucher l'ensemble des calices en altérant plus ou moins la fonction rénale. Deux théories s'opposent pour expliquer la formation de ces lésions. La première suppose qu'elles sont acquises, du fait du reflux vésico-urétéral, très souvent associé. La seconde propose une origine congénitale (fig. 7-12).

c) Les anomalies de position des reins. – *Malrotation.* – Anomalie de rotation sur l'axe longitudinal, le rein tend à être vu de profil. Le bassin est antérieur, les calices sont en position interne. Ce rein malroté est souvent vascularisé par plusieurs artères rénales.

Ectopie :

- directe : l'ectopie est le plus souvent basse : lombaire, iliaque ou pelvienne ;
- croisée : l'uretère du rein ectopique croise la ligne médiane ;
- l'ectopie est toujours associée à une malrotation, alors qu'une ptose, c'est-à-dire un déplacement du rein vers le bas, n'est jamais accompagnée d'une malrotation.

Fusion du parenchyme. – Le rein en « fer à cheval » est la forme la plus fréquente ; le plus souvent la fusion est faite par les pôles inférieurs, en avant du rachis.

L'isthme peut être fibreux ou parenchymateux. L'axe des reins est oblique en bas et en dedans, les bassins et les uretères sont antérieurs. Il existe plusieurs artères rénales étagées.

■ **Les malformations pyélo-calicielles.** – *L'absence d'uretère, ou l'uretère borgne*, est associée à l'agénésie rénale.

L'augmentation du nombre des uretères est presque toujours la conséquence d'un dédoublement du bassin. L'abouchement vésical de l'uretère du pyélon supérieur est plus bas que celui du pyélon inférieur. Il est souvent ectopique. Il existe tous les intermédiaires entre la duplication complète et la simple bifidité pyélique.

L'intérêt des duplications est lié aux anomalies quelquefois associées. Il existe souvent un reflux vésico-urétéral. Ce reflux peut être associé à une urétérocèle de l'uretère du pyélon supérieur, dont l'abouchement est ectopique.

■ **Les anomalies urétérales.**

a) Trajet. – L'uretère rétro-cave est exceptionnel, il dessine une boucle autour des faces postérieure latérale gauche et antérieure de la veine cave

inférieure. L'uretère est toujours comprimé entre la veine cave et le rachis.

Abouchement ectopique : l'abouchement des uretères en dehors des angles du trigone vésical est sans grande importance pathologique, à moins qu'il n'existe un reflux vésico-urétéral. L'abouchement franchement ectopique, dans le vagin par exemple, est pathologique.

b) Calibre. – Le méga-uretère est un terme ambigu qui en fait ne traduit que la dilatation anormale de l'uretère. L'étiopathogénie du méga-uretère congénital est très controversée.

L'urétérocèle est une dilatation pseudokystique de l'extrémité inférieure de l'uretère. On distingue l'urétérocèle acquise de l'urétérocèle congénitale (fig. 7-10).

– *L'urétérocèle congénitale* est habituellement découverte chez l'enfant et le nourrisson. Elle est presque toujours associée à une duplication urétérale compliquant l'abouchement vésical de l'uretère du pyélon supérieur. Le méat de l'urétérocèle est ectopique et se situe près du col vésical. Si la sténose du méat est sévère, l'urétérocèle se traduit par une lacune au sein de l'opacité vésicale, le pyélon supérieur est muet. Sinon, il s'opacifie plus ou moins tardivement, selon la sévérité du syndrome obstructif.

– *L'urétérocèle de type adulte* complique un uretère unique dont l'implantation vésicale est normale. On admet que le méat est scléreux et plus ou moins sténosé, même s'il n'existe aucun syndrome obstructif.

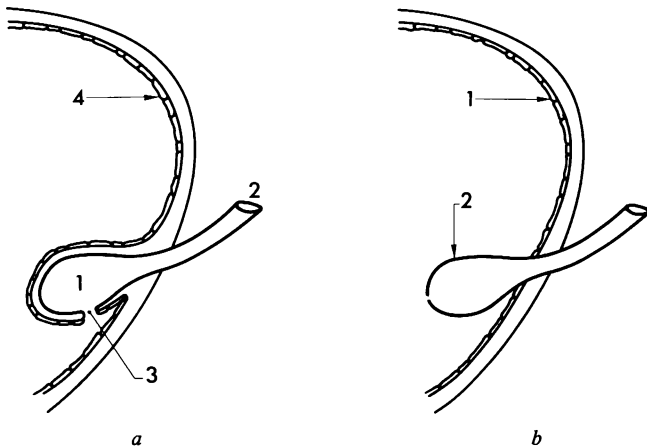


FIG. 7-10. – *Urétérocèles*
(vues en coupes de l'abouchement urétéral).

a) Type congénital (presque toujours associé à une duplication urétérale avec une implantation vésicale haute de l'uretère du pyélon inférieur). 1, urétérocèle ; 2, uretère ; 3, orifice urétéral ; 4, muqueuse vésicale.

b) Type adulte (presque toujours sur uretère simple). 1, muqueuse vésicale ; 2, muqueuse urétérale.

Le reflux vésico-urétéral est dû à une malformation de l'abouchement urétéral dont le trajet sous-muqueux vésical est trop court. Si un reflux complique une duplicité urétérale, il s'agit presque toujours de l'uretère du pyélon inférieur.

II. – LES TROUBLES FONCTIONNELS

■ **Asymétrie de sécrétion.** – Le retard de sécrétion d'un rein par rapport à l'autre s'observe dans deux circonstances :

a) **Obstacle sur la voie excrétrice.** – Le retard de sécrétion est un des éléments diagnostique et pronostique du syndrome obstructif. Il peut être important : plusieurs heures (d'où la nécessité de *clichés tardifs*) ou peu important, à la limite de l'interprétation sur le premier cliché d'UIV.

b) **Sténose de l'artère rénale.** – Du côté de la sténose, le rein est souvent plus petit ; la diminution du débit de perfusion rénale entraîne une diminution de la quantité de contraste filtrée et un retard de sécrétion. Le rein dont l'artère est sténosée élimine moins d'eau et moins de sodium que le rein sain. Ce fait expérimental est à la base du test de Howard ; donc du côté de la sténose le débit urinaire est diminué et le produit de contraste s'y trouvera plus concentré que du côté sain. Cette asymétrie de concentration peut parfois n'être mise en évidence que par une augmentation de la diurèse en fin d'urographie (test de lavage) où sous l'effet d'un diurétique : les deux reins sont inondés d'urine non opaque qui va faire disparaître le produit de contraste du côté normal alors qu'il persistera du produit de contraste du côté lésé. (En fait si seul le test de lavage est anormal, il y a peu de chances de trouver une sténose artérielle.)

■ **Anomalie de l'évacuation.**

a) **Elle peut être trop rapide.** – Les cavités sont fines, mal visibles. Une compression urétérale prolongée et l'emploi d'antispasmodiques ont une action souvent décevante. L'hypertonie des cavités excrétrices s'observe souvent chez le prostatique ou l'hypertendu.

b) **Elle peut être retardée.** – S'il existe un obstacle, l'urine opacifiée bute contre la colonne d'urine non opaque. Si les cavités sont dilatées et seulement hypotoniques (sans obstacle donc, sans aucun autre élément du syndrome obstructif), l'urine opaque remplit préalablement des cavités plus ou moins dilatées et la vessie s'opacifie tardivement.

■ **Le rein muet.** – C'est une forme extrême de trouble de la sécrétion. Les cavités excrétrices ne sont jamais visibles, malgré une forte dose de produit de contraste et aussi longtemps que l'on poursuit l'examen.

Le rein muet répond à quatre causes principales :

a) **Obstacle sur la voie excrétrice.** – De diagnostic parfois facile (au cours de l'évolution d'un cancer pelvien : utérus, rectum), parfois décelable sur l'ASP (lithiase opaque). L'échographie permet le diagnostic de dilatation des voies urinaires mais habituellement la nature de l'obstacle ne peut être précisée.

Une opacification rétrograde (UPR pré-opératoire) pourra parfois être indiquée, ou une ponction du bassinot.

b) Destruction du parenchyme fonctionnel. – Le parenchyme peut être détruit par une hydronéphrose, une pyonéphrose, une néphrite ou une tumeur.

c) Les causes vasculaires sont artérielles (obstruction complète) ou veineuses (thromboses), révélées par l'artériographie.

d) En cas d'agénésie rénale unilatérale (absence congénitale de parenchyme rénal fonctionnel), le rein controlatéral est en hypertrophie compensatrice.

III. – LES MODIFICATIONS DE LA FORME ET DES CONTOURS DU REIN

■ **Encoches.** – Dépression étroite plus ou moins profonde du parenchyme :
– congénitale, il s'agit de la persistance des lobulations fœtales du rein qui s'effacent normalement d'une façon progressive pour disparaître vers l'âge de 5 ans. Ces encoches se trouvent entre les calices :

– rein pyélonéphritique, les encoches siègent en regard des calices, le parenchyme est globalement atrophie (fig. 7-11) ;

– l'hypoplasie segmentaire réalise une encoche profonde du parenchyme au contact d'un calice déformé en massue (fig. 7-12) ;

– encoche d'origine vasculaire, leur taille est variable depuis l'incisure jusqu'à la rétraction d'un pôle et dépend de l'importance du territoire infarci.

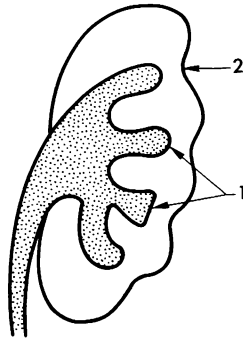
■ **Atrophie du parenchyme.** – Large dépression du parenchyme qui peut être d'origine vasculaire ou pyélonéphritique. L'hypoplasie segmentaire peut être aussi la cause d'une atrophie étendue du parenchyme. Il faut ajouter à ces étiologies :

- les traumatismes et les séquelles d'intervention ;
- les lésions cicatricielles de la tuberculose.

■ **Bosselure.** – Le contour du rein déborde à un endroit son contour idéal. Il ne faut pas confondre cette image avec une pseudobosselure réalisée par

FIG. 7-11
Pyélonéphrite.

1, calices à fond plat ou convexe ; 2, atrophie du parenchyme : petits reins encochés.



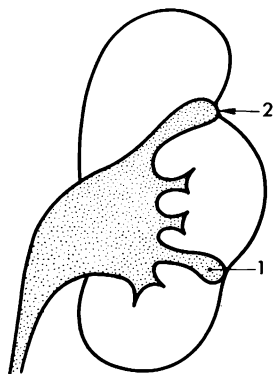


FIG. 7-12

Hypoplasie segmentaire.

1, calices en massue ; 2, disparition du parenchyme.

un îlot de parenchyme sain entre deux encoches. La bosselure doit faire rechercher une tumeur rénale ou une pseudotumeur si elle est peu extériorisée et sans retentissement sur l'architecture pyélocalicielle.

IV. – LE SYNDROME TUMORAL

(fig. 7-13)

■ **L'UIV.** – Le syndrome tumoral est défini par l'association plus ou moins prépondérante d'anomalie du contour du parenchyme et de modifications de l'architecture des cavités excrétrices.

a) **Déformation du parenchyme.** – La masse rénale peut être révélée par une bosselure d'un contour, une soufflure d'un pôle. Une tumeur doit être recherchée systématiquement si une partie du contour du rein n'est pas visible ou si le rein est déplacé.

b) **Déformation des cavités pyélo-calicielles.** – Les déformations des cavités excrétrices dépendent du développement de la tumeur dans les trois plans de l'espace et de leur projection orthogonale sur le plan du film. Les images

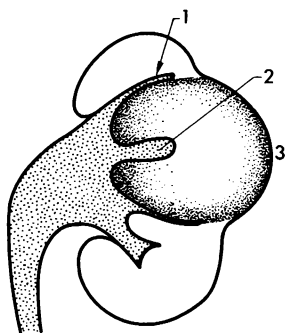


FIG. 7-13

Syndrome tumoral.

1, tiges calicielles étirées à la périphérie de la tumeur ; 2, tige calicielle laminée aplatie, vue de face ; 3, voussures du contour externe.

fondamentales sont le refoulement, l'écrasement et l'étiement d'une cavité à la périphérie d'une tumeur.

c) **Au cours de l'U.I.V.**, il est parfois possible d'évoquer la nature de la masse.

L'UIV peut apporter des arguments de présomption ou de certitude *en faveur d'une origine maligne* :

- la présence de calcifications tumorales sur l'abdomen sans préparation a une signification péjorative ;
- des calcifications en coquille d'œuf sont classiquement attribuées aux kystes hydatiques. En fait, et du moins en France, les calcifications doivent être considérées, *a priori*, comme de nature maligne ;
- des cavités rigides et lacunaires, ou au maximum une amputation, sont des signes d'envahissement néoplasique de la voie excrétrice ;
- une tumeur extériorisée dont la paroi est épaisse doit être considérée comme très suspecte.

La nature bénigne d'une masse rénale peut rarement être affirmée sur une UIV. L'échographie peut être décisive.

Quelle stratégie doit-on adopter pour définir la nature bénigne ou maligne d'une masse rénale ?

Il faut s'efforcer d'être peu agressif sur un terrain souvent fragile et de limiter les indications de l'artériographie sans nuire au diagnostic.

Il est important de localiser la masse rénale. Si le sinus du rein est le point de départ de cette masse expansive, elle est presque sûrement bénigne.

Le kyste parapyélique. - L'image typique associe un sinus ouvert et un refoulement de la partie externe du bassinet qui est concave ; les tiges calicielles sont étirées et les petits calices aplatis sont répartis à la périphérie de la tumeur, le contour du rein est normal. Le cliché de profil du rein élimine une tumeur à développement antérieur ou postérieur qui peut faire saillie dans le sinus. Sur cette incidence, le contour rénal est régulier, mais l'épaisseur du rein est augmentée.

Ces kystes parapyéliques sont d'origine lymphatique ; il est parfois difficile de les différencier d'une lipomatose sinusale à forme pseudotumorale ou d'une exceptionnelle pyélonéphrite xanthogranulomateuse. Le scanner peut apporter des informations utiles.

d) **S'il est possible de préciser la nature hypervasculaire de la masse**, celle-ci est très vraisemblablement maligne. Les néphrotomographies précoces, prises immédiatement après l'injection de produit de contraste, voire lors d'une réinjection mettant en évidence un accroissement de l'opacité de la masse, évoquent *a priori* une tumeur maligne (la nature vasculaire d'une masse est encore plus évidente lors de l'examen au scanner).

■ **L'échotomographie.** - Une tumeur solide est caractérisée par la présence d'échos hétérogènes intra-lésionnels. Cette masse est *a priori* maligne et impose un examen au scanner et/ou une artériographie.

Une collection liquidienne kystique se présente sous la forme d'une zone vide d'écho, bien limitée, évoquant *a priori* un kyste, diagnostic qui devra être confirmé par la ponction.

■ **La ponction** peut confirmer ce diagnostic présumé de kyste. Faite après repérage radioscopique ou échographique, la ponction est un geste simple et peu dangereux, à condition d'être aseptique et d'éviter la zone du pédicule vasculaire rénal.

Le liquide retiré doit être clair ou citrin, l'anatomo-pathologiste confirme l'absence de cellules néoplasiques. Un liquide sanglant n'est pas toujours synonyme de malignité.

L'injection d'air et de produit de contraste dans le kyste précise l'absence de végétation intrakystique. En cas de ponction d'un cancer nécrosé, l'injection d'opacifiant dessine une flaque irrégulière et inhomogène.

Au total en cas de syndrome tumoral rénal :

- UIV + échographie aboutissent à 92 % de diagnostics exacts ;
- UIV + néphrotomographies + échographie aboutissent à 97 % de diagnostics exacts ;
- ce pourcentage atteint pratiquement 100 % si une ponction a pu être faite.

■ **Le scanner.** - En cas de masse solide, le scanner permet d'affirmer le caractère vasculaire de la masse par l'injection de produit de contraste et, d'autre part, il renseigne au mieux sur l'extension tumorale à la fois dans l'espace péri-rénal et dans la veine rénale et la veine cave. Certaines équipes chirurgicales estiment que le seul scanner est suffisant pour intervenir et ne demandent pas toujours une artériographie.

Le scanner peut affirmer la nature graisseuse de certaines tumeurs hypervasculaires bénignes, les angiomyolipomes, lésions exceptionnelles, parfois présentes dans le cadre d'une phacomatose.

■ **L'artériographie rénale** reste un moyen d'exploration de choix dans tous les cas où la malignité du syndrome tumoral est certaine ou suspectée. Deux éventualités sont possibles :

Il existe une masse hypervascularisée. - Jusqu'à la preuve histologique du contraire, on doit considérer que cette masse est néoplasique.

Il existe une masse hypovascularisée ou avasculaire. - Les tumeurs avasculaires ne sont pas synonymes de kyste liquidien bénin. Il peut s'agir de cancer nécrosé hypovascularisé, voire totalement avasculaire, dont le diagnostic positif est très difficile et repose sur des signes discrets :

- fine néovascularisation ;
- calibre irrégulier des vaisseaux ;
- contours flous de la tumeur au temps néphrographique ;
- pas de limite nette avec le parenchyme sain (pas de signe de l'éperon) ;
- discrète tumorographie.

■ **La cavographie** est indiquée dans tous les cas où la veine rénale est mal visible ou thrombosée (fig. 5-24).

V. - LE SYNDROME PSEUDO-TUMORAL

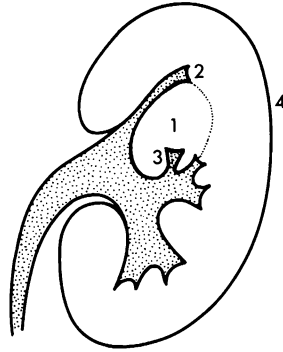
(fig. 7-14)

■ **Le syndrome pseudo-tumoral** donc non pathologique est défini par la présence d'un élément strictement isolé du syndrome tumoral : simple bosselure, simple

FIG. 7-14
Syndrome pseudo-tumoral.

1, pseudo-masse ; 2, étirement de la tige calicielle supérieure ; 3, conservation de la morphologie d'un calice qui serait écrasé en cas de réelle masse.

Il s'agit de l'hypertrophie d'une colonne de Bertin, simulant une tumeur intra-rénale.



étirement d'une tige calicielle, correspondant à une hypertrophie localisée du parenchyme rénal.

Le syndrome pseudo-tumoral est préoccupant : le négliger peut retarder la découverte d'une tumeur maligne, l'erreur par excès peut au contraire conduire jusqu'à une intervention mutilante.

■ *Sur l'U.I.V. certaines images sont connues.*

– *Le rein gauche « dromadaire »* est comprimé par la rate, mais la ligne de Hodson est parallèle au contour bosselé en saillie du rein.

D'autres images sont plus troublantes :

– *Hypertrophie compensatrice localisée* : elle pose peu de problèmes si elle est harmonieuse, elle peut être par contre très troublante lorsqu'il ne subsiste que quelques îlots de parenchyme sain véritablement tumoraux au sein de reins très altérés ;

– *Hypertrophie d'une colonne de Bertin* : elle est banale dans les duplicités ou les bifidités pyéliquies et sépare les deux pyélons. Isolée, son diagnostic est délicat. Si les cavités sont à la périphérie de cette pseudo-masse, elles ne sont jamais ni refoulées ni comprimées ;

– *Hypertrophie d'une lèvre du sinus*. Sa traduction urographique peut être celle d'une pseudomasse étirant une tige calicielle supérieure ou inférieure. L'hypertrophie simple est certaine si l'épaisseur de la lèvre du sinus n'excède pas l'épaisseur normale du parenchyme. Si le doute subsiste, le recours à l'échotomographie apporte peu au diagnostic. Les pseudotumeurs sont généralement de petite taille, à la limite de définition de ces examens. L'artériographie, si elle est faite, montre une opacification banale de néphrographie.

■ *Les autres examens complémentaires :*

a) *L'échographie et le scanner* ont l'avantage de préciser la structure du parenchyme et permettent habituellement de résoudre les cas litigieux.

b) *L'artériographie* peut parfois être faite par excès de prudence ; elle montrerait une opacification banale, sans anomalie artérielle et une néphrographie homogène.

VI. – LES IMAGES D'ADDITION

Il s'agit de cavités communiquant avec la voie excrétrice et s'opacifiant au cours de l'UIV.

■ *Images d'addition calicielles.* – Elles apparaissent à l'extérieur de la ligne de Hodson. Cette ligne joint les fonds de calice les plus périphériques et dessine la jonction corticomédullaire parallèle au contour rénal.

a) *Images d'addition d'origine congénitale* (fig. 7-15). – Elles ont en commun la conservation de la morphologie calicielle.

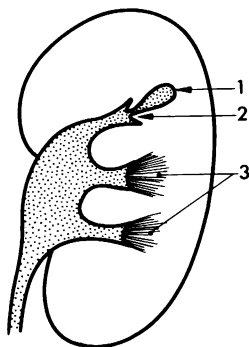


FIG. 7-15
Images d'addition d'origine congénitale.

1, diverticule caliciforme ; 2, pertuis ; 3, ectasies canaliculaires pré-calicielles.

– *Diverticule caliciforme ou kyste pyélogénique.* – Nous n'entrerons pas dans les détails faisant de l'un un diverticule médullaire et de l'autre un diverticule situé dans le parenchyme. En dehors d'une complication infectieuse ou lithiasique, il s'agit d'une image arrondie, régulière, s'opacifiant au début de l'urographie intraveineuse et communiquant avec le calice par un fin pertuis.

– *Les ectasies canaliculaires précalicielles ou rein éponge de Cacci-Ricci.* – Cette affection est très fréquente si l'on tient compte des formes frustes : opacités nuageuses précalicielles. Le degré de dilatation des tubes collecteurs dans la papille rénale est variable : typiquement ils apparaissent sous la forme de stries précalicielles, mais on décrit des formes pseudodiverticulaires. La répartition des tubules dilatés est également variable, généralement multiple mais peut ne toucher qu'un seul calice. Les complications de cette affection sont surtout lithiasiques.

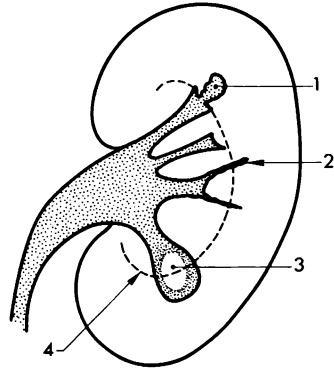
– *L'hypoplasie segmentaire* (fig. 7-12). – L'origine congénitale ou acquise de cette lésion est discutée, elle est peut-être secondaire à un reflux vésico-rénal souvent constaté. L'image typique associe des calices déformés en massue affleurant le bord du rein car la papille a disparu.

b) *Images d'addition acquises.* – La morphologie calicielle n'est plus respectée car la papille est détruite.

– *Nécrose papillaire* (fig. 7-16). – On en décrit deux formes : la nécrose centro-médullaire ; l'image d'addition siège au sommet de la papille et peut être confondue avec un diverticule ; la deuxième forme est facilement reconnue, le produit de contraste cerne le séquestre papillaire qui, avant son exclusion, apparaît comme une image lacunaire.

FIG. 7-16
Nécrose papillaire.

1, nécrose centro-médullaire ; 2, nécrose papillaire à un stade précoce ; 3, nécrose papillaire plus évoluée : lacune ou séquestre papillaire avant son expulsion ; 4, ligne de Hodson (= position normale des fonds de calice).



La nécrose papillaire a d'abord été observée et décrite chez les diabétiques. Elle peut compliquer une drépanocytose, une intoxication à la phénacétine, une infection urinaire. Certaines nécroses papillaires ont le même aspect qu'une caverne tuberculeuse.

– *Cavernes* (fig. 7-17). – Ces images correspondent à des destructions parenchymateuses secondairement ouvertes dans les calices. Typiquement, il s'agit de cavités à contours irréguliers, inhomogènes, apparaissant avec retard au cours de l'UIV ou n'apparaissant que sous compression. Mais les images sont parfois trompeuses, cavité arrondie régulièrement affectant la stricte

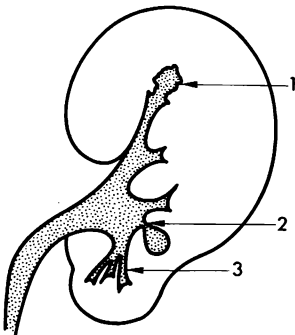


FIG. 7-17
Tuberculose rénale.

1, image d'addition d'une caverne opacifiée ; 2, sténose d'une tige calicelle ; 3, rétraction calicelle et atrophie du parenchyme.

morphologie d'un diverticule caliciel. Une règle absolue doit guider l'analyse de toute image d'addition calicelle : *il s'agit d'une tuberculose jusqu'à la preuve bactériologique du contraire.*

■ **Les autres images d'addition sont plus rares.** – *L'effraction parenchymateuse* de produit opaque à partir des fornix est sans gravité si le ballon de compression est trop efficace au cours de l'UIV.

Les effractions peuvent s'observer dans les syndromes obstructifs récents, surtout lithiasiques, avec distension sévère des cavités excrétrices. La fuite de produit opaque est plus nette si un traumatisme rénal est la cause de l'effraction.

– *Un kyste* peut s'opacifier par rupture dans la voie excrétrice.

– Enfin, les fistules compliquent le plus souvent un traumatisme, surtout chirurgical, qu'il soit rénal, urétéral ou vésical. L'urine opaque peut diffuser en dehors du rein ou avoir un trajet rétro ou sous-péritonéal. Cette fuite peut se collecter sous la forme d'un pseudokyste urinaire dont le volume pourra être apprécié par l'échotomographie.

VII. – LES IMAGES LACUNAIRES

■ **Les lacunes des cavités pyélo-calicelles** (fig. 7-18)

a) **Diagnostic différentiel.** – Le problème posé par une image lacunaire est théoriquement simple, mais l'analyse des images est souvent compliquée par :

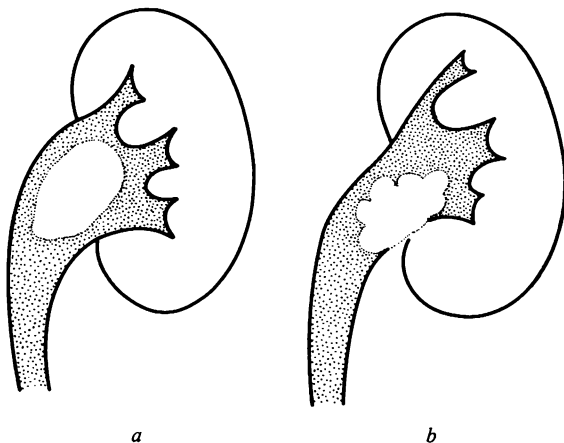


FIG. 7-18. – Images lacunaires du bassin.

a) Lithiases entièrement cernées de produit opaque : calcul clair.

b) Lacune tumorale. Tumeur. Lacune à contours irréguliers, effrangés, implantée sur le bord inférieur du bassin où il n'existe pas de produit opaque.

– La présence de clartés aériques : les gaz digestifs sont gênants, mais facilement reconnus par leur variabilité dans leur forme et dans leur siège. S'il s'agit d'air contenu dans les cavités excrétrices (intervention chirurgicale ou fistule digestive), l'ASP peut montrer une image en négatif du système collecteur ;

– La présence de caillots ne pose de problèmes délicats qu'en période hématurique. De petite taille, ils peuvent simuler tumeurs ou calculs ; de grande taille, ils peuvent masquer la lésion causale. La forme et le siège des caillots peuvent changer au cours d'un même examen, ou en dernier recours sur une UIV refaite à quelques jours d'intervalle.

– Enfin, avant d'affirmer la présence d'un corps étranger intra-cavitaire, il faut éliminer une compression extrinsèque en particulier d'origine vasculaire. Cette image siège le plus souvent au niveau des tiges calicielles supérieures et disparaît sur les clichés d'UIV sous compression.

b) La lithiase radio-transparente. – Les calculs clairs sont pour la plupart des cristaux d'acide urique précipités en milieu acide.

L'échographie permet d'affirmer sans ambiguïté qu'une image lacunaire intra-cavitaire est un calcul. Quelle que soit la composition chimique d'un calcul, il est caractérisé par des échos denses, se réfléchissant à sa surface, suivi d'une ombre acoustique, dépourvue d'échos contrairement à une tumeur intra-pyélique dont l'absorption est identique aux structures tissulaires adjacentes.

Sur l'U.I.V., une lithiase radio-transparente est typiquement cernée de produit opaque, ses contours sont nets, réguliers et géométriques ; elle est mobile si elle est développée dans une cavité large.

Le diagnostic de lithiase urique pourra être confirmé par l'échographie ou l'U.I.V. de contrôle pratiquée trois semaines environ après alcalinisation des urines qui montrent la disparition ou la fonte des calculs d'acide urique.

c) Les tumeurs. – Leur absorption en échographie est identique à celle du parenchyme adjacent.

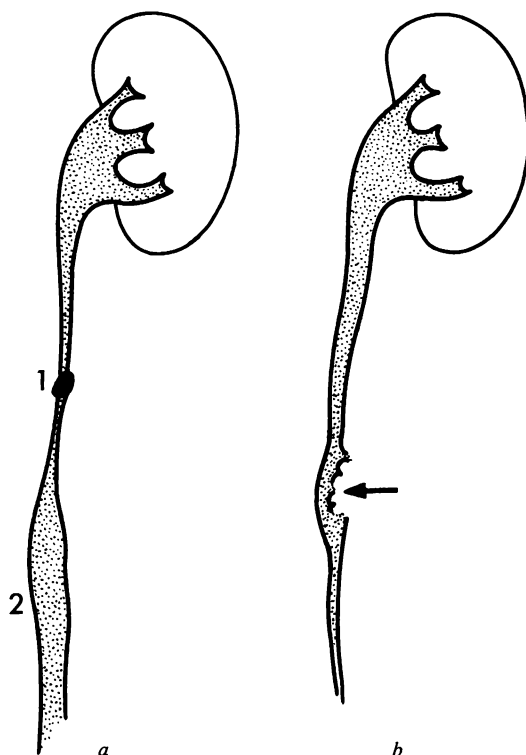
Sur l'U.I.V. la base d'implantation de la lacune sur la paroi constitue la preuve radiologique formelle d'un syndrome tumoral intra-cavitaire. L'image typique associe à la base d'implantation fixe, des contours irréguliers, frangés. La malignité est certaine si cette tumeur est compliquée d'un syndrome obstructif ou au maximum d'une amputation. Mais les images ne sont pas toujours évidentes et en particulier la base d'implantation mal visible. Dans ce cas, on peut recourir à l'UPR en période pré-opératoire pour assurer un diagnostic dont la sanction thérapeutique immédiate est la néphro-urétérectomie.

L'artériographie n'apporte rien au diagnostic de tumeur de la voie excrétrice, en l'absence d'envahissement du parenchyme.

■ **Les lacunes de l'uretère** (fig. 7-19). – Les lacunes de l'uretère posent les mêmes problèmes que les lacunes pyélocalicielles.

Le siège de prédilection des tumeurs est le tiers inférieur de l'uretère, puis le tiers supérieur.

Le développement d'une tumeur papillaire végétante tend à distendre localement la lumière urétérale, la lacune est ainsi entourée d'une courte

FIG. 7-19. – *Lacunes de l'uretère.*

a) Lithiase de l'uretère. 1, spasme de l'uretère sur la lithiase ; 2, uretère hypotonique sous l'obstacle.

b) Tumeur de l'uretère (→) avec dilatation localisée de l'uretère sur la tumeur (signe de Bergman).

dilatation sus et sous-lésionnelle (signe de Bergman). Le diagnostic d'une tumeur infiltrante est plus difficile. Elle ne se traduit que par un syndrome obstructif urétéral. En cas de *lithiase* il existe une courte sténose spasmodique encadrant la lacune transparente.

L'œdème muqueux. – L'œdème peut se traduire par de fines images lacunaires pariétales. Il est observé dans une infection urinaire ou dans les suites immédiates d'une intervention.

De ces images, il faut rapprocher l'aspect fin, strié, linéaire, de la « pyelitis striata », affection réversible d'origine inflammatoire. Les pyélo-urétérites kystiques sont des affections chroniques, parfois diffuses. La muqueuse pyélique

ou surtout urétérale est cloutée de multiples petites lacunes kystiques. Il est parfois impossible de les différencier de véritables tumeurs.

■ *Les lacunes vésicales*

a) **Les tumeurs de vessie** sont d'une grande fréquence (quatre fois plus chez l'homme que chez la femme) et leur pronostic est encore très péjoratif. On peut distinguer les tumeurs papillaires souvent non infiltrantes et les tumeurs non papillaires presque toujours infiltrantes et franchement malignes.

La tumeur se traduit par une ou plusieurs lacunes fixes sur une série de clichés, la mise en évidence d'une base d'implantation prouve le syndrome tumoral. L'attention peut être attirée par une simple raideur de la paroi vésicale ou l'absence d'expansion d'une corne tout au long de l'UIV.

En décubitus dorsal, la face postérieure de la vessie (fossette rétro-urétérale et plancher vésical) est d'abord opacifiée (fig. 7-5). Elle est ensuite masquée par la réplétion progressive de la face antérieure. Il est donc habituel que des tumeurs peu volumineuses et postérieures ne soient visibles qu'au début du remplissage vésical. A l'inverse, une tumeur implantée sur la face antérieure n'apparaîtra que tardivement mais elle risque d'être méconnue si elle est peu volumineuse ou si le produit opaque est très concentré.

Un diagnostic présomptif de malignité doit être retenu si la paroi vésicale paraît enraidie et infiltrée, ou surtout si la tumeur, développée dans la région du trigone, gêne l'évacuation des uretères. Seule la biopsie au cours de la cystoscopie permet un diagnostic précis et l'indication thérapeutique dépend de l'histologie.

L'analyse des clichés peut être gênée par la superposition des gaz digestifs variables d'un cliché à l'autre.

b) Un ou plusieurs **calculs clairs** sont facilement reconnus par leur position déclive (face postérieure de vessie en décubitus), leur mobilité, leur contour net. Il est souvent très difficile, surtout en période hématurique, d'identifier des caillots ou une prolifération tumorale ou de reconnaître des caillots et la tumeur dont ils sont issus.

VIII. – LES SYNDROMES OBSTRUCTIFS

(fig. 7-20).

■ *Diagnostic positif du syndrome obstructif.* – Sur l'UIV l'obstruction est définie par le *retard d'apparition* du produit opaque, la *dilatation* des cavités et le *retard d'évacuation*.

a) **Retard de sécrétion.** – Il peut être discret, à la limite de l'interprétation sur les premiers clichés d'UIV ou, au contraire sévère, les cavités n'étant progressivement opacifiées qu'au bout de plusieurs heures, malgré une forte dose de produit opaque. Dans ces cas extrêmes, l'examen doit être poursuivi par des clichés tardifs à 24, voire 36 heures.

b) **La dilatation des cavités.** – L'échotomographie peut affirmer la dilatation des cavités pyélo-calicielles et permet de mesurer l'épaisseur du parenchyme rénal mais ne fournit aucun renseignement sur la valeur

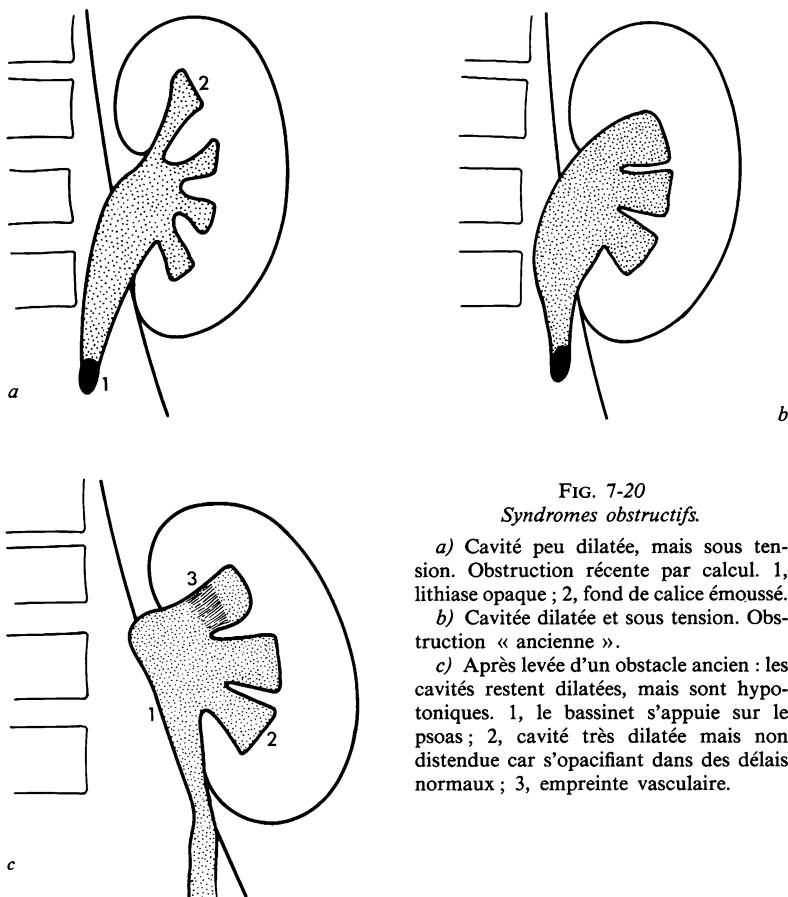


FIG. 7-20
Syndromes obstructifs.

a) Cavité peu dilatée, mais sous tension. Obstruction récente par calcul. 1, lithiasse opaque ; 2, fond de calice émoussé.

b) Cavité dilatée et sous tension. Obstruction « ancienne ».

c) Après levée d'un obstacle ancien : les cavités restent dilatées, mais sont hypotoniques. 1, le bassinet s'appuie sur le psoas ; 2, cavité très dilatée mais non distendue car s'opacifiant dans des délais normaux ; 3, empreinte vasculaire.

fonctionnelle du rein et la sévérité de l'obstruction. L'identification par l'échographie du niveau et de la nature de l'obstacle est exceptionnelle.

L'importance de la dilatation est extrêmement variable. Un obstacle récent et sévère augmente peu le volume des cavités : leur morphologie est pratiquement conservée, mais elles sont très tendues. A l'inverse, si l'obstacle est ancien, les cavités se sont adaptées en se dilatant et parfois d'une façon « monstrueuse » dans les obstacles congénitaux. Cette dilatation abaisse la pression de l'urine collectée et favorise la poursuite de la filtration glomérulaire.

■ Diagnostic différentiel

a) Des cavités très dilatées ne retrouveront jamais une morphologie normale après levée de l'obstacle ; elles deviennent *hypotoniques*. L'urine stagne dans

un conduit dilaté, non tendu, sur lequel les structures adjacentes marquent leur empreinte : empreintes vasculaires dans le sinus rénal, sur l'uretère ; bord interne rectiligne d'un bassinnet globuleux, extrasinusal, appuyé sur le psoas.

Il n'y a pas de retard de sécrétion dans l'hypotonie.

b) Obstacle intermittent. – Il est parfois difficile d'éliminer un obstacle intermittent, incomplet, masqué par la restriction hydrique qu'impose l'examen. Après administration d'un diurétique, la dilatation et la distension franche des cavités sous hyperdiurèse, prouvent le syndrome obstructif.

■ **Localisation du niveau de l'obstacle.** – Il est essentiel, dans les obstructions sévères, de faire des clichés suffisamment *tardifs*, pour localiser avec précision le niveau de l'obstacle. Mais il faut se méfier de l'hypotonie habituelle des cavités au-dessous de l'obstruction. Par exemple, un calcul pyélique est fréquemment accompagné d'une dilatation hypotonique de l'uretère sous-jacent.

■ **Identifier la nature de l'obstacle.** – Tous les chapitres de la pathologie urinaire peuvent être la cause d'une obstruction à un moment de leur évolution. Nous ne retiendrons que les plus fréquents ou les plus préoccupants.

a) Au niveau des cavités pyélocalicielles :

- tuberculose : sténose pyélique ou caliciale, au maximum amputation avec l'image caractéristique de l'épine caliciale ;
- lithiasse : obstacle intracavitaire que nous retrouverons à tous les étages du système collecteur ;
- cancer du parenchyme envahissant la voie excrétrice ;
- tumeur de la voie excrétrice ;
- sténose cicatricielle à la suite d'un traumatisme ou d'une intervention ;
- enfin, le syndrome de jonction, ce terme recouvrant une pathologie congénitale mal élucidée.

b) Au niveau de l'uretère.

OBSTACLE INTRACAVITAIRE. – La lithiasse opaque ou radiotransparente est l'obstacle le plus habituel. La migration d'un caillot au cours d'une hématurie est plus rarement en cause.

LÉSION PARIÉTALE.

1° Obstacle tumoral. – Le carcinome infiltrant est surtout responsable d'un syndrome obstructif sévère. La tumeur végétante tend à distendre localement la lumière urétérale qui reste longtemps perméable.

2° Sténose :

- sténose infectieuse ou parasitaire (tuberculose, bilharziose) ;
- sténose cicatricielle post-traumatique ou après une intervention ;
- sténose congénitale : l'équivalent du syndrome de jonction pyélo-urétéral peut siéger à deux endroits de l'uretère : au niveau du croisement des vaisseaux iliaques primitifs, appelé parfois syndrome de jonction basse ; le plus souvent à la jonction urétéro-vésicale, la totalité de l'uretère et les cavités pyélocalicielles sont dilatées. En fait, on distingue trois types de méga-uretère :
 - méga-uretère par reflux peu ou pas péristaltique ;
 - méga-uretère par achalasie d'un court segment inférieur, le péristaltisme sus-jacent est conservé ;

- méga-uretère par sténose, dont la traduction est une courte « radicelle » inférieure ;
- l'urétérocèle entre dans ce cadre, car elle est associée à une sténose du méat.

LÉSION EXTRINSÈQUE. – Par envahissement néoplasique sous et rétropéritonéal, essentiellement des cancers génitaux.

La fibrose rétropéritonéale est à l'origine d'une obstruction urétérale lombaire basse bilatérale souvent asymétrique. Le diagnostic est confirmé par la cavographie ; la compression de la veine cave est le signe le plus précoce.

Ces lésions sont bien visibles au scanner.

c) Au niveau de la vessie. – Tumeur du plancher vésical : presque toujours maligne, envahissant les orifices urétéraux, difficile à différencier d'un cancer invasif de la prostate.

– Vessie de lutte : l'hypertrophie du muscle vésical gêne l'évacuation des uretères.

– Infiltration pariétale infectieuse ou parasitaire (tuberculose, bilharziose).

d) Obstacle cervico-urétral. – Le retentissement sur le haut appareil est variable, il peut être sévère. La gravité de l'obstruction vésicale est illustrée par l'étude mictionnelle :

– épaisseur de la paroi vésicale, existence de diverticule ;

– force du jet urétral ;

– importance du résidu post-mictionnel.

Seuls les clichés mictionnels montrent la nature de l'obstacle :

– maladie du col ou sclérose du col vésical qui s'ouvre mal au cours de la miction ;

– malformation congénitale : sténose ou valve de l'urètre postérieur ;

– rétrécissement infectieux (gonococcique) ou traumatique (sondage) ; la limite inférieure de la sténose est explorée par urétrographie rétrograde ;

– la pathologie prostatique constitue l'obstacle urétral *le plus fréquent, surtout chez l'homme âgé.*

L'adénome développé aux dépens de la prostate craniale sus-montanale soulève le plancher vésical ; l'urètre prostatique est allongé, aplati, refoulé en arrière.

L'hypertrophie isolée du lobe médian dessine, de face, une saillie arrondie, encochant la base de la vessie et ouvrant le col vésical. Cet aspect peut être confondu avec l'image d'un calcul clair. De profil, le col vésical et la partie initiale de l'urètre sont refoulés en avant.

L'adénocarcinome prostatique se développe dans la prostate caudale, les symptômes fonctionnels urinaires sont donc tardifs dans l'évolution de la maladie et les images radiologiques sont des signes d'envahissement. L'urètre prostatique peut être infiltré, rigide et irrégulier, mais cet aspect est souvent trompeur. Les images lacunaires sont plus évocatrices. L'étude du squelette peut confirmer l'hypothèse d'un cancer prostatique, s'il existe des métastases condensantes typiques.

La prostatite cavitaire se traduit, sur les clichés mictionnels, par l'opacification des canaux prostatiques.

IX. – LES GROS REINS

La taille d'un rein devient préoccupante à partir de 15 cm ou la mesure de trois vertèbres et demie chez le sujet concerné. Le rein mesure entre 11 et 13 cm chez la femme, 12 à 15 cm chez l'homme. Les causes de gros reins sont nombreuses, nous ne retiendrons que les principales.

Le rein peut s'agrandir par deux de ses constituants :

- le parenchyme rénal ;
- le sinus du rein.

■ *Augmentation de l'épaisseur du parenchyme :*

– simple hypertrophie compensatrice, le rein controlatéral est lésé ou absent ;

– tumeur maligne ou bénigne d'un pôle ;

– la polykystose rénale est bilatérale ; le parenchyme est truffé de kystes dont la taille est extrêmement variable. De petite taille, le contour du rein est régulier, les cavités ne sont pas déformées, mais le parenchyme est épais. Les images lacunaires kystiques sont mises en évidence par l'échotomographie. Lorsque les kystes sont de grande taille, ils bouleversent l'architecture calicelle.

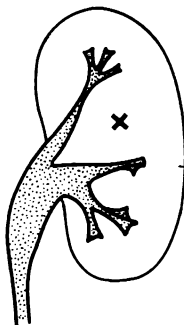
■ *Agrandissement du sinus du rein.* – Le parenchyme est mince ou d'épaisseur normale à la périphérie du sinus agrandi :

– simple bifidité ou duplicité pyélique, l'interposition d'une grosse colonne de Bertin entre les deux pyélon est responsable de la grande taille du rein (fig. 7-21) ;

– le syndrome tumoral intrasinusal correspond presque toujours à un kyste parapyélique. Le rein peut être plus grand, sa largeur et son épaisseur sont augmentées, mais le contour du rein est régulier. Seules les déformations des cavités sont la traduction du syndrome tumoral ;

– lipomatose sinusale : la prolifération du tissu conjonctif ou de graisse agrandit le sinus du rein. Les lèvres du sinus sont écartées, les tiges calicelles sont étirées et les fonds de calice aplatis. Un globule graisseux volumineux peut simuler un syndrome tumoral. Ces deux dernières affections apparaissent fréquemment après une « souffrance » rénale (infection, lithiase, obstruction).

FIG. 7-21
*Bifidité pyélique, hypertrophie
d'une colonne de Bertin (X).*
Augmentation de la taille du rein.



L'aspect échographique d'une lipomatose est variable, l'échostructure peut être dense ou au contraire pseudo-liquidienne. Le scanner affirme la densité graisseuse.

■ **Autres causes de gros reins :**

- Néphropathies aiguës : l'augmentation bilatérale du volume des reins est modérée et uniquement contemporaine de la phase aiguë.
- Gros rein turgescent uni ou bilatéral par :
 - thrombose de la veine rénale ;
 - stade œdémateux précoce de l'infarctus rénal ;
 - suppuration du parenchyme : abcès aigu, phlegmon périnéphrétique ;
 - hématome.
- Infiltration du parenchyme uni ou bilatéral au cours d'une leucémie, d'une maladie de Hodgkin.
- Gros rein obstructif, la dilatation de l'ensemble du système collecteur est répercutée sur les structures intrarénales.

X. – LES PETITS REINS

■ **Bilatéraux.** – L'analyse porte essentiellement sur le volume des cavités excrétrices en échotomographie.

- *Cavités pyélocalicielles fines.* – Il s'agit sûrement d'une néphropathie chronique ayant abouti à l'atrophie sévère du parenchyme. Si le contour de ces petits reins est régulier, on peut évoquer une glomérulopathie, une néphropathie ascendante ou pyélonéphrite si le contour rénal est encoché.

- *Cavités pyélocalicielles dilatées.* – L'insuffisance rénale est la conséquence d'une uropathie obstructive. Une intervention chirurgicale est peut-être capable d'améliorer la fonction rénale et retarder l'hémodialyse.

■ **Unilatéraux** – Les étiologies sont nombreuses :

- *congénitale* : l'hypoplasie organoïde harmonieuse reproduit un rein miniature, plaqué contre le rachis. L'hypoplasie segmentaire peut aboutir à une réduction importante de la taille du rein.

D'un point de vue pratique, la discussion est centrée sur deux causes essentielles :

- *petit rein d'origine vasculaire*, secondaire à la réduction du débit sanguin, après sténose de l'artère rénale. Les contours du rein sont réguliers, les cavités sont fines, le produit opaque paraît plus concentré du côté lésé. Les clichés minutés précoces révèlent un retard de sécrétion, les clichés tardifs un retard de lavage ;

- *petit rein pyélonéphritique* (fig. 7-11), acquis après une obstruction ou une infection urinaire. Le parenchyme rénal est atrophique, irrégulier, et surtout les cavités hypotoniques sont facilement dilatées après compression. Il n'existe pas de retard de sécrétion ni de retard de lavage après hyperdiurèse.

III. – LES GRANDS SYNDROMES RADIOCLINIQUES

I. – LES INFECTIONS ET PARASIToses URINAIRES

■ **Les pyélo-néphrites.** – Les pyuries à germe banal peuvent compliquer des stases urinaires de causes diverses ou des maladies plus rares (tuberculose). Chez l'enfant, une pyurie doit systématiquement faire rechercher un reflux vésico-urétéral.

Les néphropathies interstitielles ascendantes résultant d'infections urinaires au long cours se traduisent sur l'U.I.V. et l'échotomographie par un *rein pyélo-néphrétique* uni ou bilatéral :

- petit rein à contour irrégulier encoché
- parenchyme aminci
- fond caliciel aplati ou convexe par atrophie papillaire
- cavités excrétrices *hypotoniques* (sans retard de sécrétion).

Une hypoplasie segmentaire peut avoir des aspects voisins mais reste différente. Dans cette dernière affection, les lésions peuvent être localisées, le parenchyme a complètement disparu. Le diagnostic différentiel paraît académique aux auteurs anglo-saxons, qui l'appellent néphropathie de reflux (fig. 7-11 et 7-13).

■ **La pyonéphrose.** – En échotomographie, les cavités excrétrices contenant l'urine infectée sont dilatées, le parenchyme rénal est plus ou moins aplati, détruit. S'il persiste suffisamment de parenchyme indemne, l'U.I.V. peut faiblement opacifier les cavités.

■ **Les suppurations du parenchyme :**

a) **En période aiguë** (phlegmon péri-néphrétique, abcès aigu). – L'échotomographie appréciera le volume du rein (souvent augmenté), l'existence de cavités correspondant aux abcès, et recherchera une extension péri-néphrétique, se traduisant par la perte du contour normal du rein et l'existence d'une zone dense, et parfois hétérogène déformant son contour. Dans ces cas, la fonction rénale du côté atteint est généralement réduite, et la concentration de produit opaque médiocre à l'U.I.V.

b) **En période chronique**, la suppuration est collectée, elle peut se traduire par un syndrome tumoral intra-rénal. En échographie, cette masse est hétérogène, parfois en halo (du fait de la nécrose centrale) ; il est pratiquement impossible de faire la différence entre un abcès chronique et un cancer du rein, d'autant plus que certains cancers ont un centre nécrosé et évoluent dans un contexte fébrile. La ponction, si elle était pratiquée ramenant du pus, ne permet pas de trancher, de même l'artériographie ne permet pas un diagnostic certain.

■ **La tuberculose génito-urinaire.** – La tuberculose urinaire à une symptomatologie clinique très polymorphe : infection urinaire tenace, coliques néphrétiques, fièvre, rarement hématurie. Au stade initial l'inoculation du parenchyme rénal est hématogène, l'UIV est normale.

Aux *lésions de destruction* correspondent :

- les érosions papillaires, lésions initiales difficiles à mettre en évidence ;
- la formation de cavernes, communiquant secondairement avec la voie excrétrice.

Elles forment avec les nécroses papillaires des images d'additions. L'ouverture des lésions dans les voies excrétrices entraîne l'apparition de BK dans les urines.

Aux lésions de *scléroses cicatricielles* correspondent les sténoses, par ordre de fréquence : du bassin, des tiges calicielles, de l'uretère. Les tiges calicielles peuvent être « tassées » en face d'un parenchyme rétracté. La sténose peut aboutir à l'exclusion et l'amputation d'un groupe caliciel, ne laissant subsister qu'une épine vestigiale caractéristique. La sclérose peut également aboutir à une réduction très marquée de la capacité vésicale.

L'étude mictionnelle est précieuse car elle peut révéler, chez l'homme, des lésions de prostatite cavitaire souvent associée. Les lésions cicatricielles peuvent continuer à évoluer malgré un traitement médical bien conduit, d'où la nécessité de contrôles urographiques réguliers.

Tardivement l'ASP peut mettre en évidence des calcifications caractéristiques du parenchyme rénal (réalisant au maximum le rein mastic). Les calcifications génitales ou des voies excrétrices sont plus rares. Il est parfois impossible de différencier une calcification du parenchyme d'une lithiase calicelle, souvent associée.

■ **La bilharziose.** – Cette affection exceptionnelle chez le métropolitain, est très fréquente chez certaines populations, principalement en Afrique du Nord et en Afrique centrale. L'hématurie est presque toujours d'origine vésicale. Les œufs de schistosoma hematobium pondus dans les veinules de la vessie se déposent dans la sous-muqueuse vésicale et provoquent des ulcérations à l'origine du saignement.

Le cliché d'ASP est fondamental et peut montrer des lésions caractéristiques dont l'aspect suffit à orienter le diagnostic :

- calcifications des parois vésicales mieux visibles si la vessie est pleine (fig. 6-3).
- calcifications empilées au-dessus du pubis à vessie vide, mais témoignant de sa souplesse ;
- calcifications des uretères, cette atteinte signifie toujours une obstruction plus ou moins sévère du haut appareil.

L'UIV recherche d'éventuelles sténoses urétérales ou pyéliquies, appréciant la sévérité d'un syndrome obstructif et l'existence de lacunes dues à des bilharziomes.

Comme dans la tuberculose, les lésions cicatricielles peuvent continuer à

évoluer malgré un traitement médical efficace et nécessiter une chirurgie plastique.

II. – HÉMATURIES

Classiquement, la cystoscopie en période hématurique précède toute exploration et renseigne sur le côté du saignement ou découvre une lésion vésicale. Cette attitude doit être nuancée pour plusieurs raisons et surtout parce que cet examen n'est pas toujours réalisable dans les conditions de l'urgence.

La majorité des lésions, source d'hématurie, est visible sur une UIV. Cet examen est donc prépondérant, il centre la discussion étiologique et peut affirmer un diagnostic ou orienter vers de nouvelles explorations.

a) L'UIV est anormale. – Tous les chapitres de la pathologie urinaire peuvent être compliqués d'hématurie. Il faut donc s'efforcer de dégager quelques notions essentielles :

- Les lithiases sont les affections les plus fréquentes. Les tumeurs de la voie excrétrice et les tumeurs rénales sont les plus préoccupantes par leur gravité ; elles ne sont éliminées qu'après une analyse minutieuse des clichés.

- La découverte d'une affection exceptionnellement compliquée d'hématurie (syndrome de jonction par exemple) ne doit pas lui faire attribuer la responsabilité du saignement avant d'avoir formellement éliminé une autre cause (lithiasse, tumeur rénale, tumeur de la voie excrétrice).

- Il faut toujours se méfier de l'association de deux pathologies : une lithiasse peut accompagner un cancer du rein ; un adénome prostatique peut masquer une tumeur vésicale.

- Enfin, une hématurie peut apparaître au décours d'une pathologie urinaire déjà connue et doit faire rechercher une complication. Par exemple, une polykystose rénale peut se compliquer de lithiasse, de rupture d'un kyste ou de tumeur maligne du rein.

b) L'UIV est normale. – Lorsque le contexte clinique et l'UIV n'apportent pas de cause évidente à l'hématurie ; si celle-ci est totale et isolée, la cystoscopie est indiquée en l'absence de signe d'infection du bas appareil (chez l'homme) qui ferait surseoir à l'examen. Son rôle principal est la recherche de petites lésions tumorales vésicales qui auraient pu échapper sur l'urographie.

c) L'UIV est normale, la cystoscopie ne révèle pas d'anomalie. – Si l'hématurie est récidivante, ces premières investigations étant négatives, elles peuvent être complétées par une artériographie globale puis sélective bilatérale.

L'apport diagnostique de l'artériographie est relativement modeste. L'angiographie révèle surtout des malformations vasculaires, il est exceptionnel d'observer un cancer débutant, totalement méconnu sur une UIV bien faite.

d) UIV, cystoscopie et artériographie sont normales. – Si l'ensemble des investigations radiologiques et endoscopiques est normal, il est légitime de proposer au malade une biopsie rénale, car la symptomatologie clinique d'une néphropathie peut se résumer à une hématurie macroscopique ; la coexistence d'une protéinurie est un élément très en faveur de ce diagnostic.

Malgré tous les examens mis en œuvre, 8 à 16 % des hématuries restent inexpliquées (hématuries essentielles).

III. – LES LITHIASES

■ *Leur symptomatologie est variable*, indolore, sans altération de la fonction rénale ou bien responsable de coliques néphrétiques. L'hématurie peut être un symptôme isolé. Si une crise de colique néphrétique précède l'hématurie, il est probable qu'une lithiasse en soit responsable. Si la chronologie est inversée, la crise douloureuse peut être due à un caillot et la cause de l'hématurie reste à découvrir.

■ *Le cliché d'A.S.P.* est fondamental, il permet d'identifier la majorité des lithiases, car environ 90 % *sont opaques*. La taille des calculs est variable depuis des particules minuscules jusqu'aux calculs coralliformes remplissant l'ensemble du système collecteur. (fig. 6-3). Certains cristaux ont une structure évocatrice, en particulier les cristaux d'oxalate qui ont un aspect hérissé. La projection d'une opacité sur l'aire rénale de face ne permet pas toujours de la localiser ; compte tenu de la direction du rein sur une coupe horizontale (fig. 7-1), le cliché en oblique postérieure (profil vrai du rein) permet de localiser la lithiasse avec certitude, (un profil du patient par contre projette le calcul sur le rachis). Parfois un cliché de face avec compression de l'hypochondre par un ballon permet une meilleure analyse de l'aspect de la lithiasse. Cette précision peut être indispensable car l'opacification de la voie excrétrice risque ensuite de masquer un calcul opaque au sein de l'urine opacifiée.

■ *L'urographie intra-veineuse* révèle l'existence d'une lithiasse radio-opaque ou radio-transparente. Cette U.I.V. a un triple but :

a) *Elle affirme le diagnostic* ; l'opacité lithiasique a pu échapper sur l'A.S.P. car masquée par un segment osseux ou par la présence d'air dans le tube digestif, favorisée par l'occlusion réflexe au cours d'un syndrome douloureux.

b) *Elle apprécie la sévérité du syndrome obstructif* et la taille du calcul, mais le retentissement excréteur est variable et ne dépend pas toujours du volume de la lithiasse.

c) Elle permet de reconnaître une éventuelle *cause lithogène* par dysfonctionnement (stase urinaire quelle qu'en soit la cause), ou lésion du tractus urinaire (tuberculose, nécrose papillaire), car la lithiasse peut n'être qu'un symptôme révélateur d'une autre affection.

IV. – L'INSUFFISANCE RÉNALE

L'examen à réaliser en premier est l'*échotomographie*. Elle permet d'apprécier une éventuelle dilatation des cavités pyélocalicielles ainsi que l'état du parenchyme.

Lorsque l'U.I.V. est nécessaire, elle demande un emploi parcimonieux de

produit de contraste qui peut créer des lésions de néphrose osmotique (nécessitant parfois une dialyse), pratiquement toujours spontanément réversibles. Une forte dose de produit de contraste peut néanmoins être utilisée pour opacifier des cavités dilatées.

■ **L'insuffisance rénale aiguë.** – Le problème est de différencier une néphropathie organique ou fonctionnelle d'une uropathie obstructive qui impose un traitement chirurgical urgent.

L'échographie suffit habituellement pour établir le diagnostic d'insuffisance rénale aiguë. Les reins sont augmentés de volume, oedématisés. L'échostructure du parenchyme rénal est moins dense. Si les cavités sont fines, il existe des échos denses au niveau du sinus.

Si les cavités sont dilatées, l'U.I.V. devient impérative afin de diriger le traitement de l'obstruction, cause de l'insuffisance rénale aiguë.

a) **Néphropathie médicale.** – Les reins ont une taille normale ou agrandie, les cavités excrétrices sont fines en échographie. Si une U.I.V. était faite, ces cavités ne seraient visibles habituellement que sur des tomographies, mais l'opacification rapide de la vessie éliminerait un obstacle.

En cas de doute sur la nature de la néphropathie, l'échographie ou l'U.I.V. peuvent apprécier la taille des reins et guider une biopsie.

b) **Uropathie obstructive.** – Tous les éléments du syndrome obstructif sévère et bilatéral sont présents, puisqu'il est à l'origine d'une insuffisance rénale aiguë. Si l'U.I.V. ne précise pas le niveau et la nature de l'obstacle, elle est complétée par une U.P.R. peut-être opératoire.

■ **Insuffisance rénale chronique :**

a) Devant une **néphropathie connue** ayant abouti à des lésions rénales sévères, l'échographie peut être pratiquée, par contre l'U.I.V. n'a pas d'indication, car le risque de néphrotoxicité contre-balance largement l'apport à un diagnostic déjà établi. Une néphropathie chronique est parfaitement identifiée par l'échographie qui permet d'évaluer le volume des reins et démontre la finesse des cavités rénales ; l'échostructure du parenchyme rénal est habituellement plus dense que normalement. L'U.I.V. n'est faite qu'à la condition que les cavités rénales soient dilatées, témoin d'une uropathie obstructive chronique pour laquelle une intervention chirurgicale est peut-être capable d'améliorer la fonction rénale.

b) **Néphropathie chronique.** – Les reins sont de petite taille, les cavités sont fines. Le diagnostic étiologique est pratiquement impossible. Toutefois dans les glomérulopathies évoluées, le contour des reins est régulier, alors qu'il est encoché dans les pyélonéphrites chroniques.

c) **Uropathie obstructive chronique.** – La taille des reins est variable et dépend du volume des cavités dilatées, mais dans tous ces cas, le parenchyme est toujours très aminci.

V. – LES TRAUMATISMES DU REIN

Une lésion rénale peut compliquer tous les traumatismes lombaires et près d'un tiers des contusions abdominales. L'hématurie est le symptôme révélateur habituel.

■ *Les différentes techniques d'exploration :*

a) **L'ASP** peut montrer :

- des lésions squelettiques : fracture des apophyses transverses faisant craindre en particulier une rupture de l'uretère ;
- surtout des signes d'épanchement rétro-péritonéal (effacement unilatéral du bord externe du psoas), cet épanchement peut être urinaire après rupture de la voie excrétrice ou hématurique.

b) **L'U.I.V. en urgence** est l'examen essentiel devant une suspicion de traumatisme rénal, de son résultat dépend la conduite à tenir ultérieure.

c) **L'échotomographie.** – C'est l'examen le moins traumatisant, il a l'avantage de pouvoir être facilement répété. Cependant, cet examen peut être rendu difficile chez un polytraumatisé.

L'échographie apprécie le volume d'un épanchement rétro-péritonéal (le scanner permettrait d'obtenir les mêmes informations). Au stade de la surveillance des lésions, la répétition des échographies permettra d'apprécier la régression ou l'augmentation de volume de l'épanchement.

d) **L'artériographie en urgence** n'est indiquée qu'en cas de polytraumatismes faisant craindre des lésions associées du foie, de la rate et du rein (quoique dans ces cas, la laparotomie exploratrice permette un bilan plus complet des lésions). Seul le rein muet à l'U.I.V. impose une artériographie d'urgence.

L'artériographie sera toujours une aortographie globale complétée d'une injection sélective si le tronc de l'artère rénale n'est pas lésé.

L'opacification vasculaire précise l'importance de l'hématome rétropéritonéal par le déplacement des artères péri-rénales, démontre parfois l'origine du saignement en montrant l'extravasation du produit de contraste. Un hématome intra-rénal refoule les branches artérielles et peut, au temps parenchymateux, réaliser une véritable « fracture » du parenchyme rénal.

■ *Conduite à tenir :*

a) **L'U.I.V. est normale** ou ne montre que des anomalies mineures (hypertonie des cavités) : le malade est simplement surveillé. Une échographie pourra s'assurer de l'absence d'épanchement rétropéritonéal.

b) **L'U.I.V. met en évidence des lésions modérées** de la voie excrétrice : désorientation des cavités, extravasation de produit opaque seulement intra-parenchymateux. Dans ce cas, l'abstention chirurgicale est habituelle. Une échographie pourra être pratiquée. Une artériographie ne sera faite que secondairement si un nouveau contrôle urographique est anormal.

c) **Un volumineux hématome intra-rénal** et/ou une fracture du rein rendent l'artériographie indispensable avant une éventuelle intervention chirurgicale.

Le délai entre le traumatisme et l'intervention n'excède pas dix jours (avant l'organisation d'un hématome, mais après l'hémostase spontanée).

Un rein muet impose l'artériographie sélective d'extrême urgence car il peut s'agir d'une lésion du pédicule vasculaire (rupture vasculaire ou thrombose) nécessitant un acte chirurgical immédiat.

d) L'U.I.V. peut mettre en évidence un syndrome obstructif avec extravasation de produit de contraste dans l'espace rétro-péritonéal. L'échographie précisera l'étendue de l'épanchement. Si le contraste à l'U.I.V. est insuffisant, l'U.P.R. pourra préciser les lésions urétérales.

e) Enfin l'U.I.V. peut montrer une affection rénale pré-existante où la responsabilité du traumatisme peut être discutable.

GYNÉCOLOGIE ET OBSTÉTRIQUE

par

J. TABOURY, J.M. TUBIANA

I. – GYNÉCOLOGIE

En dehors du cliché sans préparation, les techniques d'explorations radiologiques de l'utérus et des annexes sont essentiellement : l'échotomographie, l'hystérosalpingographie et le scanner.

A. – LE CLICHÉ SANS PRÉPARATION

Les clichés simples peuvent être utiles en montrant soit des calcifications anormales évoquant un fibrome (fig. 6-2), un kyste dermoïde avec ses ébauches dentaires, soit de volumineuses masses pelviennes ou abdomino – pelviennes refoulant les clartés digestives.

B. – L'ECHOTOMOGRAPHIE

Après avoir rempli la vessie, cet examen permet d'étudier l'utérus, les ovaires et certaines pathologies tubaires.

■ **Indications.** – aménorrhée, gros utérus, masse annexielle, contrôle de position de stérilet et surveillance de croissance folliculaire dans l'induction d'ovulation.

■ **Résultats :**

– *Fibrome* : masse échogène déformant les contours utérins. Pédiculé il est peu différent d'une masse annexielle.

– *Kyste de l'ovaire* : Organique, il peut être simple ou cloisonné, le kyste dermoïde est polymorphe. Fonctionnel, il doit disparaître après traitement médical spécifique.

– *Cancer de l'ovaire* : tous les aspects avec ou sans ascite.

– *G.E.U.* : forme typique rare : utérus vide, épanchement du Douglas, sac ovulaire embryonné extra-utérin. Le plus souvent : examen normal ou épanchement associé ou non à une masse annexielle échogène (hématosalpinx).

– *Hydrosalpinx* : important : ovoïde liquidien, en partie cloisonné, peu différent de certains kystes ovariens.

– *Stérilet* : en position isthmique, il est peu efficace ; absent de l'utérus il peut être intra-péritonéal (intérêt de l'A.S.P.) ; transfixiant, il est dans la paroi.

C. – L'HYSTÉROSALPINGOGRAPHIE (H.S.G.)

I. – GÉNÉRALITÉS

C'est la seule technique radiologique qui étudie véritablement l'anatomie de la cavité utérine et des trompes par injection intra-utérine d'un produit de contraste iodé.

■ **Les principales indications :**

- les stérilités primaires ou secondaires,
- les hémorragies utérines,
- les masses pelviennes, si l'échotomographie est insuffisante,
- les avortements à répétition.

■ **Les contre-indications.** – Les contre-indications absolues sont *la grossesse intra-utérine et l'infection* génitale évolutive. Les hémorragies peuvent faire différer l'examen lorsqu'elles sont trop importantes.

■ **Les incidents et accidents.** – Le choc allergique est exceptionnel. La perforation du myomètre est la conséquence d'un geste maladroit.

Une asepsie rigoureuse lors de l'examen et le respect des contre-indications permettent d'éviter un accident infectieux (pelvipéritonite).

Quelques incidents mineurs peuvent survenir : contractions douloureuses, malaise vagal.

II. – TECHNIQUE DE L'EXAMEN

■ **Date de l'examen.** – Il doit être pratiqué après les règles dans les dix premiers jours qui suivent le premier jour des règles. Ceci permet d'éviter l'examen chez une femme en début de grossesse. En cas de troubles de règles importants, un test de grossesse ou une échographie seront réalisés avant l'hystérographie.

Avant toute hystérographie, on s'assurera que la patiente n'a pas eu de radiographies digestives peu de temps auparavant. On pourra prescrire chez les patientes particulièrement émotives, une prémédication légère.

L'examen gynécologique est le premier temps : touchers pelviens, mise en place du spéculum, visualisation du col utérin permettant la mise en place du matériel d'injection.

■ **Prise des clichés.** – La technique comporte :

- un cliché de face en faible réplétion utérine (pour étude de la muqueuse) ;
- un cliché de face en réplétion utérine complète avec opacification des deux trompes et des passages péritonéaux ;
- un cliché de profil strict ;

- un cliché d'évacuation réalisé en retirant le matériel d'injection ;
- un cliché plus tardif pour étude de la diffusion péritonéale du produit de contraste et vérification de l'évacuation complète de la cavité utérine ;
- des clichés complémentaires sont parfois utiles : abdomen sans préparation, incidences obliques, clichés avec et sans traction sur le col.

III. - RÉSULTATS NORMAUX

(fig. 8-1)

Nous décrivons les aspects obtenus vers le dixième jour du cycle menstruel de la femme en période d'activité génitale.

■ **L'utérus.** - La technique de l'examen visualise ainsi successivement :

- le canal endocervical, fusiforme ou olivaire, à bords cannelés (arbre de vie) chez la nullipare,
- l'isthme, portion rétrécie, de 10 à 15 millimètres de long,
- la cavité utérine, triangulaire de face, d'environ 5 centimètres de côtés.

De profil, elle est piriforme et habituellement antéfléchie par rapport au canal cervical.

■ **Les trompes.** - Elles présentent : la portion interstitielle fine intra-murale (ostium), la portion isthmique de 3 à 4 centimètres de long, sinueuse, la portion ampullaire de 7 à 8 cm de long, sinueuse est la portion la plus large présentant

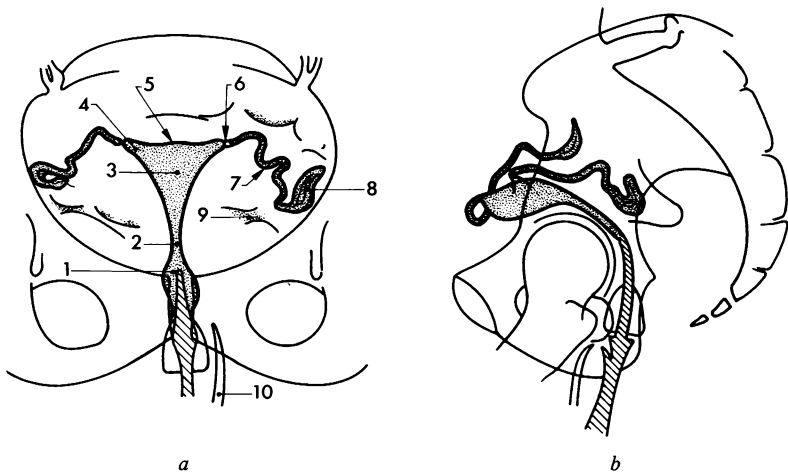


FIG. 8-1. - Hystéro-salpingographie.

a) De face. 1, endocol ; 2, isthme ; 3, cavité utérine ; 4, corne utérine ; 5, fond ; 6, ostium tubaire ; 7, trompe ; 8, portion ampullaire de la trompe ; 9, produit de contraste passé dans la cavité péritonéale ; 10, pince sur le col.

b) De profil. L'utérus est, ici, anté-fléchi (pour prendre le cliché de face, une traction sur la pince permet de réduire l'anté-flexion).

des plis longitudinaux réguliers et la portion infundibulaire ou pavillon mal visible dans laquelle le produit opaque dessine parfois les franges au niveau de la fossette ovarienne.

IV. – RÉSULTATS PATHOLOGIQUES

■ **Les malformations congénitales.** – L'existence d'une cloison médiane partielle ou totale, d'une ou deux cavités utérines, d'un ou deux cols permet de les classer en utérus cloisonné total ou partiel, utérus bicorne bicol, bicorne unicol.

Devant toute malformation de l'appareil génital féminin, il faudra rechercher une malformation associée de l'appareil urinaire.

■ **Les malpositions utérines et tubaires.** – Elles sont affirmées par le cliché de profil. On distingue des rétro-versions, des rétro-flexions, des antéversions et des antéflexions.

Les déviations latérales (appréciées sur le cliché de face) sont liées le plus souvent à un refoulement par une masse pelvienne.

■ **Les tumeurs utérines :**

a) **Les tumeurs bénignes sont les plus fréquentes :**

Les polypes muqueux ou polypes de l'endomètre. – Ils prennent l'aspect d'une lacune arrondie, régulière ; ils sont souvent pédiculés, ils ne retentissent pas sur la cavité utérine.

Les fibromes. – Ils sont uniques ou multiples (fibromyomatose). Leur situation anatomique par rapport au muscle utérin permet de distinguer trois types :

– *les fibromes sous-muqueux* : sessiles ou pédiculés, donnent des lacunes régulières, arrondies dans la cavité (fig. 8-2) ;

– *les fibromes interstitiels* : provoquent souvent une augmentation du volume de la cavité utérine qui devient globuleuse et est fréquemment déviée, déformée ;

– *les fibromes sous-séreux* : mal visibles à l'H.S.G. en raison de leur développement sous-péritonéal ; les signes sont indirects : déviations, refoulement des annexes.

b) **Les tumeurs malignes peuvent prendre trois aspects principaux :**

– lacunes sessiles à contours déchiquetés, hétérogènes (fig. 8-3),

– images d'infiltration, de rigidité,

– images de stries (cancer vilieux).

■ **Les lésions post-infectieuses utéro-tubaires.** – Leur traduction radiologique est atypique. Les contours de la cavité utérine sont spiculés ou parsemés de petites images lacunaires. Les lésions tubaires sont fréquemment associées (hydrosalpinx). La nature bactériologique est rarement prévisible.

La tuberculose a des images caractéristiques : synéchies utérines associées à des lésions tubaires bilatérales, distales, donnant des aspects tubaires rigides avec des dilatations en « tuyau de pipe » ou en baïonnettes, la portion ampullaire étant moniliforme. De plus, existent alors des images d'addition péritubaires.

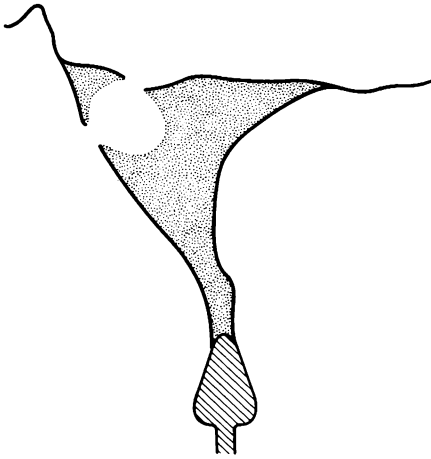


FIG. 8-2.

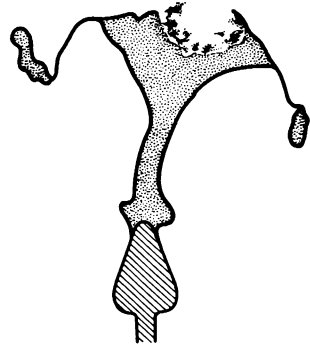


FIG. 8-3.

FIG. 8-2. – *Fibrome sous-muqueux* : lacune arrondie, régulière. Augmentation de la taille de la cavité utérine.

FIG. 8-3. – *Cancer du fond utérin*. Lacune sessile, irrégulière, à contours déchiquetés et anfractueux.

■ Les lésions dystrophiques de l'endomètre :

a) **L'endométriome**. – Elle est définie par la présence d'endomètre en dehors de la cavité utérine, et révélée par des douleurs et des hémorragies. Elle se caractérise par la présence de petits diverticules perpendiculaires à la cavité, multiples, en « boule de gui » restant opacifiés après évacuation. Les trompes sont souvent atteintes, (fig. 8-4) les images diverticulaires siégeant sur la portion initiale, de façon bilatérale, le plus souvent. On retrouve fréquemment une ectasie cavitaire, une rigidité pariétale segmentaire. Dans sa localisation pelvienne elle peut entraîner des déviations fixées utérines et tubaires.

b) **Hyperplasie de l'endomètre**. – Les contours de la cavité sont ondulés, dentelés, le plus souvent de façon diffuse. Dans les formes évoluées, on observe des lacunes multiples des bords séparés par des incisures plus ou moins profondes, réalisant des images voisines du cancer diffus.

c) **Atrophie de l'endomètre**. – Aspect fréquent après la ménopause. La cavité utérine est réduite de volume, inextensible. Les contours utérins se modifient au cours du remplissage avec apparition de petites images diverticulaires réalisant une image en double contour qui subsiste après évacuation.

■ **Les rétentions intra-utérines**. – En cas de grossesse interrompue on peut retrouver sur l'hystérogaphie :

– une rétention d'œuf mort : lacune circulaire à large base d'implantation dans un utérus déformé globuleux ;

– une rétention placentaire : lacune irrégulière, à contours flous.

L'échotomographie aurait permis de retrouver ces mêmes signes.

■ **Les synéchies** (fig. 8-5). – Les synéchies donnent des images lacunaires, géométriques. Elles sont dues à des zones d'adhérence des muqueuses antérieure et postérieure secondaires à une infection, un traumatisme.

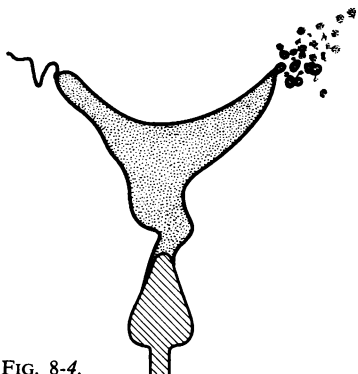


FIG. 8-4.

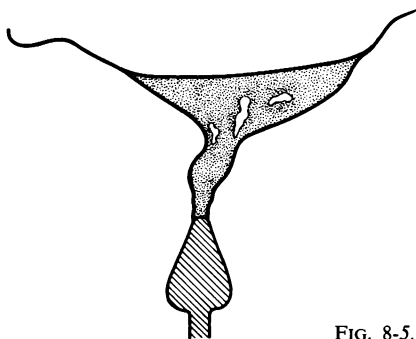


FIG. 8-5.

FIG. 8-4. – *Endométriose tubaire*. Image en « boule de gui » autour de la portion isthmique de la trompe gauche.

FIG. 8-5. – *Synéchies endo-utérines*. Lacunes ovalaires à contours nets, festonnés, au sein de la cavité utérine.

D. – LE SCANNER

Les coupes scanographiques permettent de bien mettre en évidence les *formations tumorales et leur extension*. La connaissance précise du volume des processus tumoraux du petit bassin est indispensable à la mise en œuvre de toute radiothérapie.

E. – AUTRES TECHNIQUES

■ **Le colpocystogramme**. – Cette technique permet d'étudier, au repos et lors des efforts (en faisant pousser la patiente), les rapports de l'utérus, de la vessie de l'urètre et du rectum dans les prolapsus vaginaux et les incontinences d'urines : elle est utile avant la cure chirurgicale.

■ **Les explorations vasculaires**. – On peut utiliser, dans des indications spéciales, les différentes investigations vasculaires : artériographie, phlébographie, lymphographie : celle-ci est la plus utilisée dans le bilan d'extension des tumeurs malignes (voir le drainage lymphatique des organes pelviens, fig. 10-7).

II. – LA MAMMOGRAPHIE

Plus que pour toute autre étude radiologique, l'examen clinique comprenant l'inspection, la palpation et un interrogatoire précis est indispensable et indissociablement lié à l'examen radiologique. La mammographie nécessite un appareillage et des films spéciaux. Elle est toujours bilatérale et comporte trois incidences : face, profil et incidence axillaire.

Selon l'âge de la patiente, les aspects du sein seront très différents rendant l'interprétation difficiles.

Chez la jeune fille, du fait de l'importance du tissu glandulaire le sein est très dense, la mammographie est ininterprétable. Il faudra lui préférer d'autres examens : échographie, thermographie.

La mammographie recherchera avant tout les signes d'une tumeur maligne, dominés par la présence de micro-calcifications, d'opacités stellaires avec parfois rétraction cutanée.

En cas d'écoulement mammaire, on pourra associer à la mammographie une galactographie par injection d'un produit de contraste hydrosoluble dans les galactophores.

III. – OBSTÉTRIQUE

A. – L'ÉCHOTOMOGRAPHIE

Les examens radiologiques obstétricaux ont été bouleversés par l'apparition de l'échotomographie (temps réel et mode B : chapitre 1) qui permet d'éviter l'irradiation.

Cette technique est de plus en plus utilisée dans la surveillance des grossesses normales ou pathologiques, uniques ou multiples. (fig. 8-6, 8-7 et 8-8).

■ *Grossesse normale :*

a) Dès la sixième semaine d'aménorrhée, on peut voir le sac gestationnel, des échos embryonnaires et les premiers signes d'activité du tissu cardiaque.

b) A la 15^e semaine, la localisation placentaire est aisée ainsi que le dépistage de certaines malformations fœtales majeures.

c) La détermination de l'âge de la grossesse s'effectue de la 8^e à la 13^e semaine moins par la mesure du diamètre du sac ovulaire que par la mesure de la longueur de l'embryon et à partir de la 13^e semaine, par la mesure du diamètre bi-pariétal du fœtus. Dans le dernier trimestre, il n'est plus possible, par cette mesure, de donner un âge précis de la grossesse étant donné la grande dispersion des valeurs mesurées.

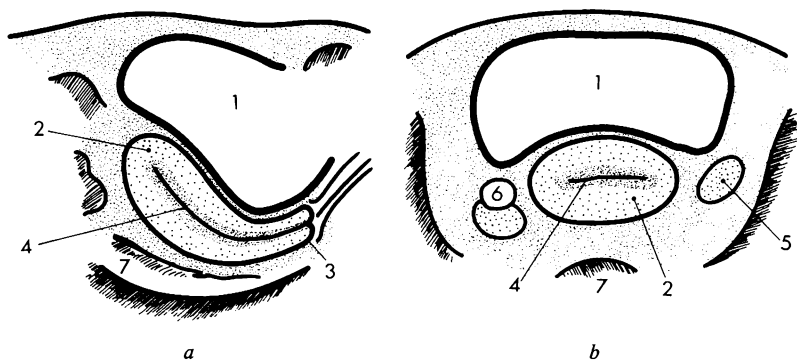


FIG. 8-6. - *Pelvis féminin normal; aspects échotomographiques*

a) Coupe longitudinale médiane sus-symphysaire.

b) Coupe transversale sus-pubienne passant par le corps utérin.

1, vessie en réplétion ; 2, corps utérin ; 3, col utérin ; 4, ligne de vacuité intra-utérine cernée par l'endomètre ; 5, ovaire gauche normal ; 6, ovaire droit porteur d'un follicule ; 7, rectum et sacrum.

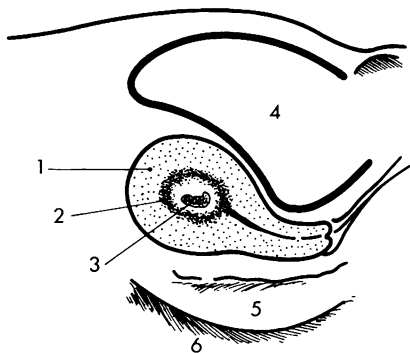


FIG. 8-7. - *Grossesse normale; aspects échotomographiques*

7 semaines d'aménorrhée : 1, utérus gravide ; 2, sac ovulaire intra-utérin cerné par le trophoblaste échogène ; 3, embryon intra-utérin dont la longueur permet de préciser le terme ; 4, vessie en réplétion ; 5, rectum ; 6, sacrum.

■ **Grossesse pathologique.** - Les principales indications de l'échotomographie sont la recherche :

a) **Durant le premier trimestre :**

- d'une grossesse extra-utérine,
- d'une menace ou d'un avortement spontané,
- d'un décollement ovulaire,
- d'une môle hydatiforme.
- d'une grossesse multiple.

- **b) Durant le deuxième et le troisième trimestres :**

- d'une position anormale du fœtus,
- d'hypotrophie ou de macrosomie fœtale,
- des anomalies quantitatives du liquide amniotique (oligamnios et hydramnios),
- des anomalies d'insertion du placenta,
- des malformations fœtales :
 - de la tête : anencéphalie, hydrocéphalie, microcéphalie,
 - du rachis : spina-bifida, myélo-méningocèle,
 - de l'abdomen : ascite, hernie ombilicale, sténose digestive, processus tumoraux solides ou kystiques,
 - des reins et des voies urinaires : polykystose, urétéro-hydronéphrose,
 - des membres : agénésie,
 - du cœur.

c) A tout moment

La mort du fœtus *in utero* peut être affirmée par l'arrêt des battements cardiaques (signe essentiel)

- arrêt des mouvements,
- chevauchement des os du crâne,
- incurvation rachidienne.

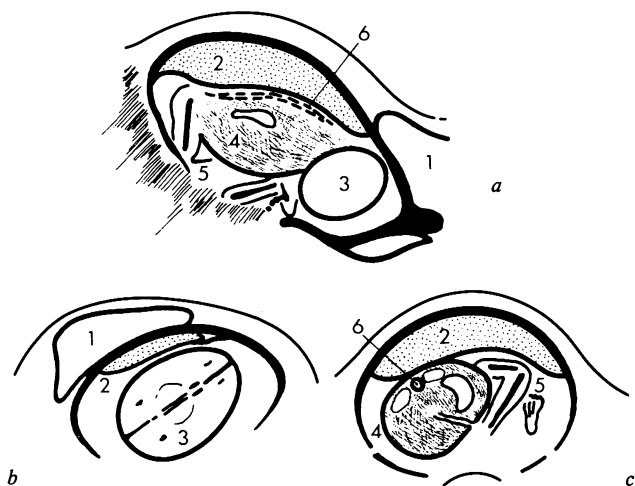


FIG. 8-8. — Grossesse à terme.

a) Coupe longitudinale médiane passant par l'orifice interne du col.

1, vessie ; 2, placenta à distance du col ; 3, tête fœtale : présentation céphalique ; 4, abdomen ; 5, segment de membre ; 6, rachis dorsal ;

b) Coupe frontale du crâne permettant la mesure du diamètre céphalique bipariétal.

c) Coupe transversale utérine moyenne permettant la mesure du diamètre abdominal transverse du fœtus.

B. – LA RADIOGRAPHIE DU CONTENU UTÉRIN

Elle est indiquée proche du terme, lorsqu'il existe une différence entre l'âge présumé de la grossesse (une grossesse normale dure 40 semaines) et les données de l'examen clinique. Le contenu utérin permettra une bonne *évaluation de l'âge du fœtus* par l'étude de la date d'apparition radiologique des points d'ossification (fémoral inférieur : 36 semaines : tibial supérieur : 38 semaines).

Elle permettra en plus de préciser la position du fœtus et éventuellement de porter le diagnostic de grossesses multiples, de malformations ou de mort fœtale (chevauchement des os du crâne, incurvation rachidienne) en l'absence d'appareil d'échographie.

C. – LA RADIOPELVIMÉTRIE

Elle permet de mesurer les diamètres du bassin osseux de la mère. La pelvimétrie *peut aider à poser l'indication d'une césarienne* lorsque le bassin est trop étroit.

Ses principales indications sont : les femmes mesurant moins de 1,50 m primipares, âgées, présentation du siège, antécédents d'affections de la colonne, des hanches ou de fracture du bassin ; bassin cliniquement trop étroit. Elle devrait être réalisée en dehors de la grossesse sinon, elle sera réalisée dans le dernier mois (voir page 32).

Il existe plusieurs méthodes de radiopelvimétrie. Elles comportent toutes la prise de clichés avec, dans le plan considéré, une règle repère métallique permettant de calculer le facteur d'agrandissement. On peut ainsi mesurer :

- sur le cliché du bassin strictement de profil, des diamètres antéro-postérieurs du détroit supérieur et moyen,
- sur le cliché de face : les diamètres transverses,
- sur un cliché spécial : le diamètre bi-épineux.

9

PÉDIATRIE

par

A. COUSSEMENT

Nous allons envisager la place de la radiologie dans un certain nombre de problèmes quotidiens de pédiatrie :

- Le squelette chez l'enfant.
- La pathologie digestive.
- Les tumeurs abdominales.
- Les infections urinaires récidivantes.
- La pathologie pulmonaire.

I. - LE SQUELETTE

Le cartilage a une densité aqueuse, la minéralisation fait apparaître des noyaux de densité calcique.

I. - LA CROISSANCE ET LA MATURATION OSSEUSE

La maturation se fait en trois stades :

■ *Une maturation pré-natale* où s'ossifient surtout les maquettes cartilagineuses diaphysaires. A la naissance (v. p. 386), les trois points épiphysaires qui existent sont :

- le point épiphysaire inférieur du fémur ;
- le point épiphysaire supérieur du tibia ;
- le point épiphysaire de la tête de l'humérus.

■ *La maturation post-natale* au cours de laquelle s'ossifient les petits os du tarse et du carpe et les épiphyses des os longs.

■ *La maturation de l'adolescence* où s'ossifient les cartilages de croissance ou cartilage conjugal (fig. 9-1). Des études statistiques ont permis de fixer les dates moyennes d'apparition des noyaux d'ossification secondaire, et leur

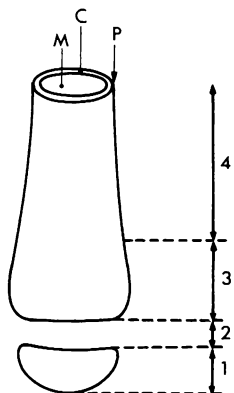


FIG. 9-1.

Les différentes parties d'un os long.

1, épiphyse ; 2, cartilage conjugal (ou physe) ; 3, métaphyse ; 4, diaphyse : cavité médullaire (M), corticale (C), périoste (P).

fusion avec le corps de l'os voisin après leur développement. Les retards d'apparition de ces noyaux traduisent un retard de maturation. Il existe de nombreuses méthodes pour évaluer l'âge osseux : une des plus simples et des plus répandues consiste à radiographier *le poignet* d'un enfant et à comparer son aspect à ceux présentés dans un atlas, comme celui de Greulich et Pyle, mais elle devient imprécise à partir de 9 ans et l'on adjoint alors la radiographie du coude de face et de profil dont on évalue la maturation avec les tables de Sauvegrain, Nahum et Bronstein.

II. - L'HYPOTHYROIDIE (MYXOEDÈME CONGÉNITAL)

L'examen radiologique est essentiel car il peut confirmer un diagnostic seulement suspecté cliniquement et il est indispensable dans la surveillance du traitement. Les signes sont :

- le *retard d'apparition des points d'ossification*, signe majeur d'autant plus marqué que la maladie a commencé plus tôt ;
- la *dysgénésie épiphysaire* : les points d'ossification apparus sont petits, fragmentés. Cette dysgénésie épiphysaire est bilatérale. Au niveau des hanches, elle peut *simuler une ostéochondrite*. Ailleurs les noyaux épiphysaires, des petits os du carpe et du tarse paraissent cerclés.
- La densification plus ou moins accentuée du squelette, souvent bien visible au niveau du crâne et de la face.
- Le retard de fermeture de la grande fontanelle et la présence fréquente de nombreux os wormiens.
- Les diaphyses des os longs sont épaissies et d'opacité accrue. Les métaphyses présentent volontiers des bandes denses plus épaisses que normalement.
- Au niveau du rachis, la soudure de l'arc postérieur et du corps vertébral est retardée : la fente de Hahn persiste tardivement ainsi que la forme ovale

du corps vertébral. On peut noter parfois des aspects de déformations unciformes des vertèbres lombaires.

– La disparition de la dysgénésie épiphysaire permet de suivre l'efficacité du traitement substitutif.

III. – LE RACHITISME

(figure 9-2)

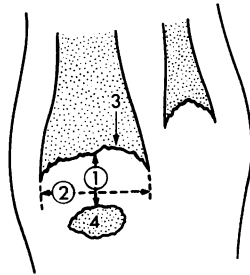
Le rachitisme par carence en vitamine D réalise une ostéomalacie pure.

■ **Circonstances étiologiques.** – Carence solaire, surtout chez les prématurés avec alimentation artificielle et parfois troubles digestifs particulièrement chez des enfants des pays ensoleillés (donc très protégés du soleil) favorisant l'apparition du rachitisme entre 6 et 24 mois.

■ **Manifestations cliniques.** – Retard de fermeture des fontanelles ; aspect relativement mou du crâne (craniotabès) ; gonflement des zones de croissance endochondrales : nouures métaphysaires aux poignets, aux genoux, aux chevilles, au niveau des articulations chondro-costales en chapelet. Parfois déformations du squelette : évasement de la partie inférieure du thorax, cyphose dorsale, incurvation des membres. Pas de douleur, sauf en cas de fissure osseuse. Parfois hypotonie musculo-ligamentaire, avec gros ventre.

FIG. 9-2.
Rachitisme au poignet.

1, élargissement de l'espace métaphysaire ; 2, élargissement du diamètre métaphysaire ; 3, irrégularités et flous de la bordure métaphysaire ; qui est déprimée en cupule ; 4, noyau d'ossification flou, hétérogène, irrégulier et d'apparition retardée.



■ **Les signes radiologiques** prédominent sur les os à forte activité ostéogénique et donc particulièrement sur les os longs dans la région métaphysaire.

a) **Au début**, l'atteinte est discrète et seulement bien visible sur les extrémités inférieures du radius et du cubitus. La bordure métaphysaire est floue et se confond insensiblement avec la densité plus faible du cartilage sous-jacent ; elle prend en même temps un aspect irrégulier et frangé, s'élargit légèrement et peut devenir concave.

b) **A la période d'état**, les altérations métaphysaires sont caractéristiques ; elles consistent en un élargissement de l'espace qui sépare la métaphyse de l'épiphyse. La bordure métaphysaire devient dentelée et s'élargit transversalement, se déformant en cupule. Dans certains cas la ligne métaphysaire se prolonge latéralement par un bec incliné vers l'épiphyse.

Les épiphyses et les points d'ossification du carpe et du tarse subissent des modifications semblables, les noyaux d'ossification apparaissent avec retard, la trame est raréfiée, les contours sont flous.

L'atteinte diaphysaire est habituellement moins prononcée en dehors des formes sévères où l'on constate une diminution de la densité de l'os qui prend un aspect grossièrement feuilleté ; dans les formes majeures, on peut voir jusqu'à des plicatures de la diaphyse réalisant des fractures en bois vert ou des fractures complètes.

Au niveau du crâne, il existe un retard de fermeture de la fontanelle et des sutures larges mal délimitées. Au niveau du thorax, les extrémités antérieures des côtes deviennent très élargies et déformées en cupule (chapelet costal).

c) **Dans les formes très sévères**, l'ensemble du squelette est déminéralisé. Les déformations thoraciques ne sont pas rares, le thorax est aplati transversalement et le sternum projeté en avant, la base du thorax est évasée sous l'effet des viscères abdominaux.

d) **Sous l'influence du traitement**, la réparation métaphysaire se manifeste par l'apparition, entre le dixième et le trentième jour, d'une ligne opaque à l'endroit où la bordure métaphysaire serait située en l'absence de rachitisme. Une zone transparente se trouve ainsi interposée entre cette ligne dense et le reste de l'os et correspond au tissu ostéoïde. Cette zone se calcifie progressivement.

Les noyaux épiphysaires apparaissent ou reprennent leurs contours réguliers et leurs limites nettes. On peut observer parfois un aspect cerclé du noyau d'ossification qui répond à la calcification d'un cartilage à distance du tissu ostéoïde ; parallèlement, la densité des diaphyses augmente, la recalcification donne, dans certains cas, une impression d'accroissement rapide des diaphyses en longueur. Au niveau du thorax, la recalcification rend bien visible les tuméfactions arrondies de l'extrémité costale ; elles viennent parfois au contact l'une de l'autre, dessinant latéralement une bande opaque ondulée doublant en dedans le gril costal et pouvant simuler un épanchement pleural.

e) **Les déformations rachitiques**. – Dans les formes sévères, les déformations peuvent apparaître qui sont susceptibles de persister après le traitement ; il s'agit de déformations thoraciques ou d'une cypho-scoliose et parfois d'une coxa-vara bilatérale.

IV. – LES LÉSIONS TRAUMATIQUES PARTICULIÈRES A L'ENFANT

■ **Sur le plan technique** chez l'enfant, il est important de respecter un certain nombre de règles :

- faire toujours au moins deux incidences orthogonales ;
- toujours inclure les articulations sus-et sous-jacentes ;
- au moindre doute, ne pas hésiter à pratiquer des clichés comparatifs avec le côté opposé ;
- en cas de forte suspicion clinique d'une lésion traumatique, il faut recourir

à des incidences spéciales. Certaines fractures peuvent très bien être invisibles sur des clichés de face et de profil et n'apparaître que sur des clichés de trois quarts.

Ces règles permettent d'échapper à la plupart des pièges de la traumatologie.

Les traumatismes du squelette de l'enfant se distinguent de ceux de l'adulte par une tendance spontanée à la correction des déformations. Ceci se fait par remodelage au cours de la croissance et d'autant plus facilement que la lésion siège en pleine diaphyse et que l'enfant est plus jeune.

■ **Les lésions du cartilage de croissance** sont classées en 5 types (voir schéma). L'important est de savoir que les cellules germinales dont dépend la croissance sont celles qui sont situées du côté de l'épiphyse. Donc un trait de fracture lésant les cellules germinales risque d'avoir un retentissement sur la croissance (type III et IV) alors qu'un trait passant par les cellules en cours de dégénérescence (type I et II, plus fréquent) n'entraînera pas de conséquences lointaines fâcheuses (fig. 9-3).

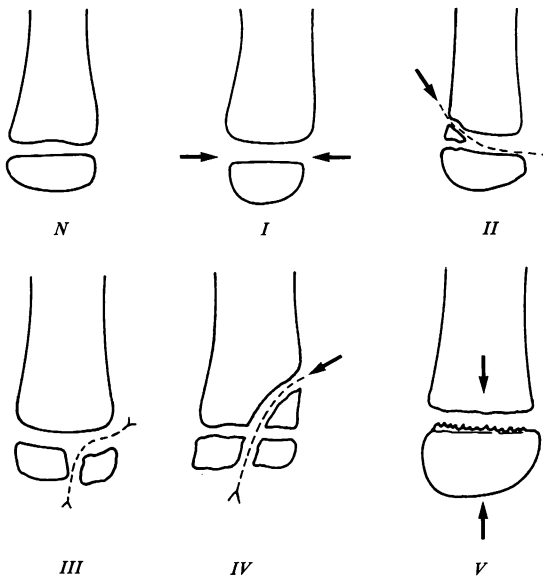


FIG. 9-3. - Les lésions du cartilage de croissance.

N : Aspect normal.

I Type I : décollement épiphysaire pur (9 %).

II Type II : décollement épiphysaire avec arrachement d'un coin de métaphyse (70 %).

III Type III : décollement épiphysaire avec fracture de l'épiphyse (10 %).

IV Type IV : fracture épiphysio-métaphysaire traversant le cartilage de conjugaison (10 %).

V Type V : impaction du cartilage par un choc dans l'axe du membre, les lésions ne sont pas toujours visibles sur les radiographies initiales (1 %).

■ **Le décollement épiphysaire de la tête du fémur** (ou épiphysiolyse) survient chez l'adolescent de 10 à 15 ans, souvent obèse et après traumatisme minime. Lors de la radiographie du bassin de face, le glissement épiphysaire peut passer inaperçu si l'on ne connaît pas cette pathologie particulière et si l'on ne construit pas le repère radiologique qui permet d'objectiver le glissement interne (fig. 9-4).

De plus, il faut savoir que devant une hanche douloureuse d'un enfant de cet âge, il faut toujours pratiquer, en plus de la radiographie de face, du bassin, l'incidence dite en « grenouille », c'est-à-dire les deux fémurs écartés à 45° et placés en rotation externe.

Lorsque l'on méconnaît la lésion à ce stade initial, le glissement de la tête s'accroît et l'épiphyse fémorale peut glisser en bloc à la suite d'un traumatisme minime.

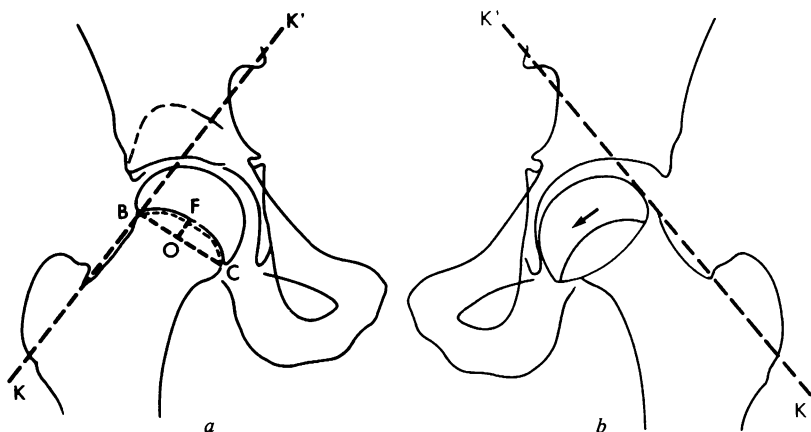


FIG. 9-4. – Schéma des repères du glissement épiphysaire de la tête fémorale.

Cette construction n'a de valeur que d'un côté par rapport à l'autre et ne peut se faire que sur un cliché du bassin de face stricte parfaitement symétrique, les deux membres inférieurs étant rigoureusement dans la même position.

La ligne de Klein (K, K') qui suit le bord supéro-externe du col fémoral, coupe toujours un segment plus ou moins important de la calotte capitale (si ce segment est plus petit d'un côté, il objective un glissement interne de la tête). La ligne (K, K') forme avec la ligne basi-capitale, l'angle KBC, cet angle cervico-capital se ferme dans les glissements internes. La distance (OF) ou flèche basi-capitale. Cette flèche augmente dans les glissements postérieurs.

a) Hanche droite normale ; b) glissement épiphysaire gauche.

■ **Le syndrome des enfants battus.** – Un autre syndrome traumatique particulier à l'enfant est le syndrome des enfants battus ou syndrome d'Ambroise Tardieu. Il se rencontre plus souvent qu'on ne le croit, et la preuve n'en est pas toujours facile à apporter. Ces enfants se présentent pourtant avec un tableau clinique particulier, associant des traumatismes multiples (squeletti-

ques, lésions cutanéomuqueuses). Les fractures affectent volontiers les os longs des membres et les côtes. Les traumatismes du crâne sont également fréquents et l'association d'un hématome sous-dural à des lésions multiples des membres est très évocatrice, à tel point qu'il est de règle de radiographier systématiquement le squelette de tout enfant présentant un hématome sous-dural inexpliqué.

Les lésions des os longs des membres se caractérisent par des fractures et des décollements épiphysaires accompagnés d'hématomes sous-périostés calcifiés. Le périoste, en effet, est attaché de façon lâche sur la diaphyse des os et, au contraire, de façon ferme sur la virole périchondrale.

Les traumatismes répétés, se traduisant par des pressions et des tractions, décollent aisément le périoste diaphysaire, entraînant la formation d'un hématome sous-périosté. Dans les jours qui suivent le décollement périosté diaphysaire, celui-ci va entraîner la formation d'os sous-périosté en strates parallèles. De plus, la coexistence de fractures récentes et anciennes affirme également l'existence de traumatismes répétés et fait soupçonner un syndrome des enfants battus. La découverte de telles lésions doit faire pratiquer une enquête sur le milieu familial.

■ *Les fractures de marche.* – Elles réalisent une lésion traumatique où le traumatisme, au sens classique du terme, est absent aussi bien dans l'esprit de l'enfant que dans celui des parents. Ces fractures se voient à la suite d'une marche prolongée, chez de très jeunes enfants qui commencent à marcher. Elles se caractérisent par une douleur et une impotence fonctionnelle discrète. Elles siègent en général au niveau de la partie interne et haute du tibia, au niveau du tiers moyen du péroné, ou au niveau des métatarsiens comme chez l'adulte ; elles ne sont pas toujours radiologiquement visibles au début, et peuvent n'apparaître qu'au bout de quelques jours avec la formation d'un petit cal.

V. – LA LUXATION CONGÉNITALE DE LA HANCHE

■ *La fréquence de la luxation congénitale de la hanche* varie de 2 à 15 % selon les enquêtes et les régions. Cette luxation est toujours six fois plus fréquente chez la fille que chez le garçon.

Anatomiquement, à sa venue au monde le nouveau-né, quel qu'il soit, est doté d'une hanche mécaniquement imparfaite et immature.

La structure de l'articulation est presque uniquement cartilagineuse, donc fragile car malléable et facilement déformable. On conçoit que toute contrainte exercée sur la hanche par une malposition intra-utérine puisse aboutir à une déformation de l'articulation et donc à une instabilité de celle-ci.

Que la hanche soit luxée à la naissance (cas rare) ou qu'elle soit seulement luxable (cas de loin le plus fréquent) mais non traitée, les deux cas se rejoignent en quelques jours ou semaines et aboutissent à la subluxation ou à la luxation vraie devenue organique, comportant d'importantes déformations des surfaces articulaires.

Dans l'énorme majorité des cas, la réduction d'une hanche luxée ou la contention en bonne place d'une hanche luxable sont facilement obtenues par

des moyens simples dans les premiers jours de la vie. Laissée à elle-même, voire forcée par un emmaillotage qui rapproche l'une de l'autre les jambes de l'enfant, alors que la racine des cuisses est écartée par les couches, la hanche va peu à peu se luxer complètement. La luxation sera alors découverte après plusieurs jours ou mois et un traitement tardif sera alors beaucoup plus long, difficile et ses résultats moins parfaits.

■ *Le dépistage précoce après la naissance est tout d'abord clinique.* – Asymétrie des plis fessiers et signe du ressaut (Ortolani).

Le dépistage radiologique systématique à la naissance a été abandonné en raison de ses imprécisions ; le cliché simple du bassin de face du nouveau-né est difficile à réaliser car la moindre erreur d'incidence fausse l'image radiologique et la rend difficile à interpréter car les mesures sont délicates ; ce n'est souvent que l'asymétrie des hanches en cas d'atteinte unilatérale ou les grands déplacements symétriques qui attirent l'attention.

Le cliché du bassin devient plus facile à interpréter au cours du troisième mois avec l'apparition du noyau épiphysaire fémoral supérieur.

■ *Signes radiologiques*

a) *Avant le troisième mois* (avant l'apparition du noyau épiphysaire fémoral). – Après s'être assuré que la radiographie du bassin a été pratiquée strictement de face, on construit les repères classiques (fig. 9-5) ; normalement, l'angle acétabulaire est d'environ 30° à la naissance. Il diminue pour atteindre 20° vers l'âge de 6 mois.

Plus que la valeur absolue de l'angle, c'est l'aspect du talus (bord externe du cotyle) qui est important : les dysplasies vraies se traduisent par un talus inexistant, effacé, émoussé, sans raccordement net avec le bord de l'iliaque adjacent.

En cas de doute, il faut pratiquer une incidence spéciale, les cuisses écartées en abduction stricte de 45° ; dans ce cas, l'axe du fémur doit traverser le cotyle.

En cas de luxation l'axe du fémur passe au-dessus du cotyle.

Le traitement précoce de la hanche luxable ou luxée est simple : il consiste en la mise en abduction-flexion permanente de la hanche à l'aide d'un lingeage.

Un nouveau cliché bassin de face, l'enfant maintenu dans le linge, est indispensable dès la prescription : ce cliché, dit de recentrage, permet de juger de la bonne position de la tête fémorale.

b) *Après l'apparition du point épiphysaire fémoral* supérieur, le diagnostic est beaucoup plus facile car le noyau épiphysaire doit se situer dans le quadrant inféro-interne (fig. 9-6).

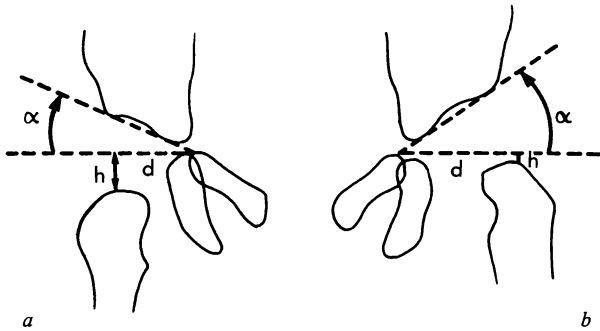


FIG. 9-5. – Les repères de la luxation de la hanche.
(avant 3 mois).

α : angle acétabulaire formé par l'intersection de la ligne joignant les cartilages en Y et de la ligne qui passe par le toit du cotyle.

h : distance de la métaphyse fémorale supérieure à la ligne des cartilages en Y ; d : distance du sommet de la métaphyse fémorale supérieure à la partie interne du toit du cotyle au niveau du cartilage en Y.

a) Hanche normale. b) Hanche luxée.

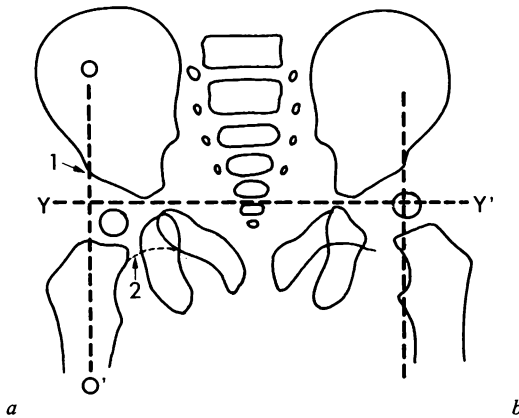


FIG. 9-6. – Les repères de la luxation de hanches après apparition du noyau épiphysaire fémoral.

La ligne joignant les cartilages en Y (Y, Y') passe entre les deux dernières pièces sacrées. La ligne d'Ombrédanne (O, O') est la perpendiculaire à la ligne Y, Y' abaissée du sommet du Talus (1). Le centre cervico-obturateur est normalement continu, il est brisé en cas de déplacement de la tête et du col du fémur.

a) Hanche normale. b) Hanche luxée.

II. – LA RADIOLOGIE DIGESTIVE DU NOURRISSON

I. – L'ATRSIE DE L'ESOPHAGE

L'atrésie de l'œsophage : cliniquement, le diagnostic est suspecté lorsqu'un nouveau-né se met à faire des fausses routes dès le premier biberon. Le passage d'une sonde dans l'œsophage du nouveau-né permet de vérifier la perméabilité œsophagienne avant la survenue des fausses routes. Il y a cependant une cause d'erreur qui est l'enroulement de la sonde dans le cul-de-sac œsophagien supérieur.

Sur le plan radiologique, la confirmation du diagnostic s'obtient en radiographiant l'enfant avec une sonde radio-opaque en place dans le cul-de-sac. Il y a encore peu de temps, il était habituel d'opacifier le cul-de-sac à l'aide d'un produit de contraste ; en fait, cette exploration se révèle dangereuse car le produit peut refluer dans les bronches, aggravant l'état respiratoire souvent déjà précaire. On peut obtenir le même résultat en remplaçant le produit opaque par une insufflation d'air, la radiographie étant prise à la fin de l'injection de l'air qui distend le cul-de-sac.

Il existe plusieurs types d'atrésie de l'œsophage suivant l'existence d'une *fistule trachéo-œsophagienne associée* entre le segment proximal ou distal de l'œsophage et la trachée.

II. – LES OCCLUSIONS NÉO-NATALES

Les occlusions néo-natales représentent un chapitre très important car la symptomatologie clinique est souvent assez univoque et l'aide que peut apporter la radiologie est considérable. Toutefois elles peuvent parfois être suspectées avant la naissance devant l'existence d'une masse liquidienne à l'échographie.

Chez le nouveau-né, il n'y a pas d'air dans le tractus digestif à la naissance. Dès que la respiration s'installe de l'air dégluti arrive dans l'estomac, franchit le pylore vers les quinzième ou trentième minutes de vie, progresse doucement dans l'intestin grêle, atteint le cæcum vers la troisième heure et le rectum vers la sixième heure.

Cliniquement, les occlusions néo-natales entraînent des vomissements précoces qui peuvent être alimentaires ou bilieux, signifiant dans ce dernier cas que l'occlusion est située en-dessous de l'ampoule de Vater. Sur le plan clinique, une occlusion haute ne s'accompagnera pas de distension abdominale, alors qu'une occlusion basse s'accompagnera volontiers d'un météorisme abdominal important.

■ *Sur le plan radiologique*, toutes ces occlusions néo-natales se manifestent par la présence d'anses intestinales dilatées avec des niveaux liquides.

S'il n'existe que deux grosses bulles, l'obstacle siège vraisemblablement très haut au niveau du premier ou du deuxième duodénum.

S'il existe deux bulles dilatées et quelques petites bulles d'air en dessous, cela témoigne d'un obstacle incomplet tel un diaphragme muqueux incomplet ou un volvulus sur mésentère commun.

Lorsque l'obstacle siège sur la portion haute du grêle, il existe deux ou trois anses en arceaux dilatées.

Lorsque l'occlusion siège plus bas, il devient plus difficile de faire la preuve du niveau de l'occlusion : en effet, chez les nourrissons, il est impossible de distinguer le côlon du grêle, lorsqu'ils sont dilatés.

Par conséquent, le bilan radiologique d'une occlusion du nouveau-né comportera comme examen complémentaire soit l'administration de produit de contraste par le haut si l'on soupçonne un obstacle au niveau du duodénum, soit un lavement opaque si l'on soupçonne un obstacle plus bas situé, au niveau du grêle ou du côlon. Dans les occlusions du grêle terminal, le lavement mettra en évidence un microcôlon fonctionnel, c'est-à-dire un côlon de petite taille parce qu'il n'a jamais fonctionné.

■ *Les causes les plus fréquentes d'occlusion néo-natale sont :*

a) **Les sténoses et les atrésies du duodénum et du grêle.** – Elles peuvent être uniques ou multiples et siéger à n'importe quel niveau. On y associe les diaphragmes qui peuvent être complets ou incomplets et le pancréas annulaire qui siège en général au niveau du deuxième duodénum.

b) **Le volvulus sur mésentère commun.** – Le mésentère commun est lié à un défaut de la rotation normale anti-horaire de 270° de l'intestin grêle. Lorsque le défaut de rotation est complet, il n'existe en général pas de trouble clinique ; mais lorsque la rotation est simplement incomplète il peut se produire un volvulus, c'est-à-dire une torsion des anses grêles autour de la racine du mésentère qui est située au niveau du troisième duodénum. Radiologiquement la preuve en est faite par la mise en évidence de la spire de torsion. Il s'agit de la plus urgente des occlusions néo-natales. En effet, un retard dans le traitement peut entraîner le sphacèle de l'intestin.

c) Une autre cause d'occlusion intestinale est **l'obstruction du tube digestif** par du méconium : il peut s'agir soit simplement d'un bouchon méconial trop épais qui sera évacué par un lavement pratiqué avec un produit de contraste hypertonique ; soit d'un iléus méconial (terme réservé à l'occlusion méconiale due à la mucoviscidose ou fibrose kystique du pancréas qui est une maladie héréditaire à double polarité, respiratoire et digestive). L'insuffisance de sécrétion des enzymes pancréatiques entraîne un dessèchement du méconium qui durcit et réalise un obstacle qui souvent ne peut être levé que chirurgicalement.

d) Enfin, la dernière cause importante d'occlusion du nouveau-né est la **maladie de Hirschsprung** ou aganglionose. Sur un segment plus ou moins allongé du côlon et le plus souvent au niveau du rectosigmoïde, il existe une zone dans laquelle les plexus nerveux sont absents, ce qui entraîne un arrêt du péristaltisme à ce niveau et une accumulation des matières en amont d'où une dilatation progressive du côlon. Le terme de mégacôlon ne fait donc

qu'évoquer la conséquence et non la cause de la maladie. Celle-ci se traduit cliniquement par une constipation opiniâtre et peut se révéler soit à la naissance par un tableau d'occlusion néo-natale avec ballonnement abdominal important, soit plus tardivement par une constipation opiniâtre très sévère. Le diagnostic repose sur la mise en évidence radiologique d'un segment rétréci correspondant à la zone aganglionnaire et d'une dilatation du côlon susjacent ; la zone sténosée peut être plus ou moins longue. Le traitement consiste à réséquer la zone aganglionnaire.

III. – LE NOURRISSON VOMISSEUR

■ *Les malpositions cardio-tubérositaires.* – Les malpositions cardio-tubérositaires sont très fréquentes chez l'enfant ; elles varient de la simple béance du cardia à la grande hernie hiatale ; elles sont presque constamment associées à un reflux gastro-œsophagien. La hernie hiatale, lorsqu'elle est volumineuse, peut parfois être visible sur une radiographie du thorax sans préparation où elle ne doit pas être confondue avec une image aérique pulmonaire. Les malpositions cardio-tubérositaires sont surtout redoutables par leurs complications qui sont : l'œsophagite, les fausses routes si le reflux est permanent et important et, enfin, les détresses respiratoires lorsque la hernie est très importante. Occasionnellement, ces malpositions cardio-tubérositaires s'accompagnent d'hémorragies digestives ; en fait, elles sont surtout les causes les plus fréquentes des vomissements du jeune enfant.

■ *La plicature gastrique.* – Chez l'enfant, l'estomac est beaucoup plus orienté dans un sens antéro-postérieur que chez l'adulte et assez fréquemment, la grosse tubérosité peut se plicaturer en arrière du corps de l'estomac ; cette plicature se réduit le plus souvent spontanément en procubitus et lorsque l'estomac se remplit. Dans la plupart des cas, elle n'occasionne aucun trouble mais certains pensent qu'elle peut être à l'origine des vomissements ; elle disparaît spontanément lorsque l'enfant grandit.

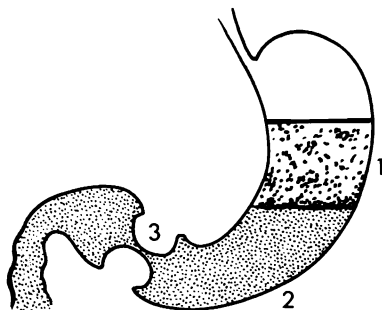
■ *La sténose du pylore.* – La sténose hypertrophique du pylore du nourrisson survient en général aux environs de la troisième semaine et plus souvent chez les garçons que chez les filles ; il s'agit d'une hypertrophie de la couche musculaire du pylore dont la cure chirurgicale est aisée par simple pylorotomie extramucuse.

Les signes radiologiques sont (fig. 9-7) :

- la persistance de liquide de stase à jeun dans l'estomac, c'est-à-dire plus de trois heures après le dernier biberon ;
- lors du transit cœso-gastro-duodénal, la mise en évidence de la sténose pylorique qui est allongée de 2 ou 3 cm, concentrique et limitée par une image entre parenthèses. À côté de ce signe radiologique direct, il existe les signes indirects qui sont l'existence de périodes d'atonie gastrique pendant lesquelles il y a aucune contraction, phases qui sont suivies d'une période d'hypermotricité où l'on voit des contractions extrêmement énergiques venir buter contre le pylore qui ne s'ouvre pas. Le retard à l'évacuation gastrique est

FIG. 9-7 – Sténose du pylore.

1, liquide de stase ; 2, baryte ; 3, défilé pylorique et image entre parenthèse.



également un signe indirect mais de moindre valeur car il peut s'observer également dans la dyskinésie antrale. D'autre part, dans certaines sténoses authentiques du pylore, les passages duodénaux peuvent être précoces et abondants.

Les sténoses du pylore s'étudient également en échographie.

■ *Les sténoses par anomalies duodénales* ont été envisagées avec les occlusions néo-natales.

IV. – L'INVAGINATION INTESTINALE AIGÜE

L'invagination intestinale, télescopage d'un segment intestinal dans le segment d'aval, survient presque toujours avant l'âge de 2 ans et avec un maximum entre 4 et 12 mois.

■ *Cliniquement*, le tableau est assez évocateur lorsqu'il s'agit de douleurs abdominales survenant par crises paroxystiques entrecoupées de périodes d'accalmie complète. Les rectorragies sont plus tardives et il ne faut pas les attendre pour confirmer le diagnostic.

■ *L'examen radiologique sans préparation* apporte déjà des éléments montrant la vacuité de la fosse iliaque droite. Ailleurs, le boudin d'invagination est parfois visible sous la forme d'une opacité franche, avec absence d'air en amont et vacuité du côlon en aval. Les signes d'occlusion sont relativement tardifs.

■ *Le lavement* pratiqué avec produit de contraste ne doit être pratiqué que lorsqu'il n'existe aucun risque de sphacèle de l'intestin. Le lavement a un double intérêt : tout d'abord diagnostique, en mettant en évidence l'arrêt en cupule du boudin d'invagination ; et ensuite thérapeutique, en réduisant progressivement ce boudin. Pour affirmer la réduction complète de l'invagination, il faut obtenir une injection massive de la dernière anse grêle (sans dépasser une pression de 80 cm d'eau).

■ **La conduite thérapeutique** ultérieure varie selon les équipes chirurgicales. Certains interviennent de toute manière, quel que soit le résultat de la réduction radiologique. La plupart préfèrent surveiller l'enfant quelques heures. Lorsque la réduction n'est pas obtenue par le lavement, l'intervention est indispensable. Dans la forme iléocœcale, la tête est représentée par la valvule de Bauhin et le collet mobile est représenté par le côlon droit. Dans la forme iléo-colique, le collier est fixe et constitué par la valvule de Bauhin et la tête mobile est constituée par l'intestin grêle invaginé. Les autres formes d'invagination, iléo-iléales et colo-coliques, sont plus rares.

Chez l'enfant au-delà de 2 ans, l'invagination est souvent déclenchée par une lésion intestinale telle qu'une adénolymphite mésentérique, un purpura rhumatoïde, un diverticule de Meckel ou une tumeur du grêle. Le tableau clinique est souvent également plus trompeur et l'on y rencontre plus souvent des formes subaiguës dont l'évolution dure depuis plusieurs jours. Le collet est souvent moins serré et le risque de sphacèle moins grand.

III. – LES TUMEURS ABDOMINALES DE L'ENFANT

Les tumeurs les plus fréquentes sont les tumeurs rétropéritonéales telles que le néphroblastome et le sympathoblastome. Les autres tumeurs sont beaucoup plus rares ; elles peuvent intéresser pratiquement n'importe quel organe.

■ **Cliniquement**, les circonstances de découverte sont assez univoques ; c'est la découverte d'une masse abdominale par les parents ou lors d'un examen systématique. Plus rarement, il s'agit de l'altération de l'état général ou d'autres signes digestifs ou urinaires.

■ **L'exploration d'une tumeur abdominale** commence par :

a) **Un cliché d'abdomen sans préparation**, à la recherche de calcifications et d'un refoulement de certains organes abdominaux.

b) **Une échographie** abdominale qui précise le caractère liquidien, ou solide de la masse et son contenu homogène ou hétérogène. Très souvent ces deux examens permettent déjà de proposer des hypothèses qui seront confirmées par :

c) **Une urographie** intra-veineuse, car il est important de préciser les rapports des reins et des uretères par rapport à la masse (on peut faire n'importe quel examen après une urographie intraveineuse alors qu'après un examen digestif, il faut attendre plusieurs jours pour que la baryte soit éliminée). On essaiera de pratiquer l'injection dans une veine du membre inférieur, ce qui permet d'étudier, par un premier cliché fait au cours de l'injection, le retentissement de la tumeur sur la veine cave inférieure.

Il est très important également de faire des clichés en oblique et de profil pour déterminer le plus précisément possible les rapports des voies urinaires et de la masse abdominale.

■ La plus fréquente des tumeurs abdominales de l'enfant est le *néphroblastome*, ou tumeur de Wilms. A l'échographie on observe une volumineuse masse hétérogène développée au dépens d'un rein. Elle se développe à l'intérieur du rein et va par conséquent donner, dans sa forme typique, un *syndrome tumoral* rénal avec refoulement et étirement des cavités pyélocalicielles. En fait, ces tumeurs, lorsqu'elles sont découvertes, sont déjà le plus souvent d'une taille très importante et ont laminé complètement le parenchyme rénal. Le diagnostic de néphroblastome est donc l'un de ceux que l'on évoque devant un *rein muet*. Dans un certain nombre de cas, la tumeur peut être bilatérale. Il s'agit d'une tumeur maligne dont le pronostic est d'autant plus favorable que l'enfant est jeune.

■ L'autre tumeur abdominale fréquente chez l'enfant est le *sympathoblastome*. Il se développe aux dépens de la surrénale ou à n'importe quel niveau du système sympathique. Sur la radiographie sans préparation, on voit parfois des *calcifications* assez fines, que peut retrouver également l'échographie, qui précise surtout le volume de la tumeur et ses rapports avec les organes de voisinage. L'urographie montre également que le rein du côté atteint est refoulé en masse, soit vers le bas, soit vers l'extérieur. Ici, encore la tumeur peut être énorme et comprimer les voies excrétrices à un tel point que l'on se trouve d'emblée devant un *rein muet*. Biologiquement, ces tumeurs sont caractérisées par un taux de sécrétion élevé des VMA (acide vanilyl mandélique).

■ Parmi les *autres tumeurs*, citons :

- Les *tératomes*, qui se développent aux dépens de tissus embryonnaires et où coexistent des tissus différents (os, graisse, muscles).

- L'*hépatoblastome* est une tumeur maligne assez rare, se développant au niveau du foie et se manifestant sous la forme d'une hépatomégalie très volumineuse.

- Le *kyste du mésentère* réalise une poche volumineuse développée entre les feuillets du mésentère dont le contenu peut atteindre plusieurs litres.

- Les *duplications du tube digestif* sont des malformations complexes dans lesquelles, dans certains cas, une portion du tractus digestif dédoublée peut être obturée à ses deux extrémités, réalisant alors une cavité tapissée d'un épithélium de type digestif sécrétant. Cette poche va donc grossir au cours de la vie pour donner une formation tumorale. Dans d'autres cas, la duplication peut rester en communication avec la lumière du tube digestif et se comporter comme une poche en dérivation sur le tube digestif.

IV. – LES INFECTIONS URINAIRES DE L'ENFANT

L'infection urinaire, chez l'enfant, peut survenir soit spontanément, soit en association avec une malformation. La cystographie rétrograde et l'urographie intraveineuse s'imposent devant toute infection urinaire certaine chez un

garçon et devant toute infection urinaire récidivante chez une petite fille. Elle pourra mettre en évidence des anomalies congénitales qui sont dans certains cas curables chirurgicalement. L'échographie rénale et pelvienne est souvent utile.

■ *Le reflux vésico-urétéral* souvent suspecté par l'urographie, sera confirmé par la cystographie rétrograde.

Le reflux de l'urine de la vessie dans les reins est une affection qui a suscité d'énormes controverses. Il existe en effet deux théories : la première suivant laquelle l'infection provoquerait le reflux vésico-urétéral ; la deuxième suivant laquelle le reflux vésico-urétéral favoriserait l'infection. En fait, ces deux théories ont toutes les deux une part de vérité. Il est hors de doute que dans un certain nombre de cas l'infection, surtout lorsqu'elle est prolongée ou répétée, peut entraîner un reflux vésico-urétéral. Ailleurs, il est tout aussi bien démontré que le reflux vésico-urétéral existe spontanément en l'absence de toute infection et constitue un terrain propice au développement des infections urinaires.

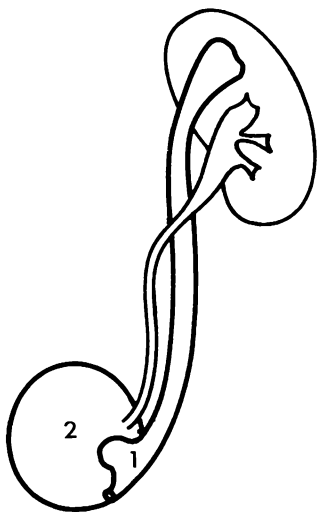


FIG. 9-8 – Duplicité des cavités pyélo-calicielles avec urétérocèle.

1, de l'urétére du pyélon supérieur ; 2, vessie.

Ce qui est certain, c'est que quel que soit le *primum movens*, infection ou reflux primitif, il s'agit d'un cercle vicieux qui est très difficile à rompre. Actuellement, la plupart des auteurs sont d'accord pour traiter médicalement pendant six mois, de façon ininterrompue, les enfants porteurs d'un reflux vésico-urétéral qui ne sont pas justiciables d'une intervention d'emblée, de façon à stériliser complètement les urines. Au bout de six mois, si le reflux persiste, il est parfois légitime de proposer une intervention de réimplantation des urétéres dans la vessie.

■ **La duplication des voies urinaires.** – Lorsqu'il existe d'un côté deux pyélon et deux uretères, l'uretère du pyélon supérieur croise l'uretère du pyélon inférieur et s'abouche parfois de façon ectopique, c'est-à-dire en dehors de sa place normale, soit dans la vessie, soit parfois dans l'urètre ou dans le vagin. Au cours de son trajet aberrant, il peut faire saillie dans la vessie et y créer une lacune arrondie que l'on appelle une urétérocèle (fig. 9-8). Le pyélon supérieur est souvent hydro-néphrotique. Le grand diagnostic différentiel de ces pyélon supérieurs est la tumeur du pôle supérieur du rein. Les arguments en faveur de la duplication sont :

- l'existence d'une masse liquidienne à l'échographie rénale ;
- le nombre incomplet de calices au niveau du groupe pyélique inférieur à l'UIV ainsi que
- l'écartement de l'axe du rein qui devient oblique en bas et en dedans ;
- la mise en évidence d'une faible opacification au niveau du pyélon supérieur sous la forme de croissants très fins qui correspondent aux tubules écrasés en amont des cavités pyélocalicielles très dilatées ;
- la mise en évidence de l'urétérocèle au niveau de la vessie (fig. 7-8).

V. – LA PATHOLOGIE PULMONAIRE DU NOURRISSON ET DU PETIT ENFANT

■ **Technique.** – Les radiographies pulmonaires chez les tout petits enfants sont exécutées si possible debout et en position antéro-postérieure, c'est-à-dire le dos accolé à la cassette contenant le film radiographique. De ce fait, la silhouette cardio-médiastinale apparaît plus large chez l'enfant que chez l'adulte, car elle subit un agrandissement géométrique plus important. Il est nécessaire d'employer des temps de pose très courts car la respiration est rapide. Des temps de pose dépassant 2/100 de seconde donnent des clichés flous, ininterprétables.

Plus encore que chez l'adulte, il faut s'assurer que le cliché a bien été réalisé en inspiration, c'est-à-dire, que le diaphragme se projette au niveau du sixième arc antérieur des côtes. Des clichés en expiration font facilement porter à tort le diagnostic d'affection pulmonaire ou cardiaque (fig. 9-9).

Chez l'enfant, la trachée présente à l'expiration un déplacement vers la droite décrivant une boucle à concavité gauche parce que la crosse aortique est à gauche par rapport à la trachée. Lorsque l'on constate chez un nourrisson une trachée concave à droite, il y a lieu de penser qu'il existe une dextro-position de l'aorte. De même, sur le cliché de profil, la trachée cervicale est souvent refoulée en avant en expiration, présentant immédiatement au-dessus du défilé cervico-thoracique un trajet en baïonnette. Cet aspect peut faire croire à une masse rétropharyngée prévertébrale. C'est dans ces cas que l'examen radioscopique montre qu'à l'inspiration la trachée reprend sa place normale devant le rachis.

■ **Le thymus.** – Il se développe rapidement après la naissance, il est visible radiologiquement jusque vers la fin de la deuxième année. Il se traduit par un élargissement du médiastin supérieur ; parfois cet élargissement est très important mais jamais un thymus normal n'entraîne de compression ou de détresse respiratoire. Le développement des deux lobes thymiques est souvent asymétrique.

L'image radiologique du thymus (fig. 9-10) peut se reconnaître à :

- sa forme triangulaire avec parfois un aspect en foc ou en voile ;
- l'existence de deux petits ressauts au point de raccordement du thymus et du cœur ;
- au caractère parfois ondulé des bords latéraux de l'opacité par impression des côtes qui se moulent sur le tissu thymique ;
- aux modifications de largeur apparente du thymus avec le temps respiratoire (il s'élargit à l'expiration) (fig. 9-9) ;
- aux importantes variations de l'image si le cliché n'est pas rigoureusement de face (en effet, il s'agit d'une structure antérieure) ;
- aux vaisseaux pulmonaires qui sont visibles au travers de l'opacité thymique ;
- à sa situation dans le médiastin antérieur sur le cliché du profil.

En cas de stress infectieux répétés ou de traitement corticoïde, le thymus fond très rapidement.

■ **Le corps étranger des voies aériennes.** – L'inhalation d'un corps étranger (petit jouet ou plus souvent cacahuète) s'accompagne d'un accès de toux avec dyspnée importante. Ce syndrome peut être sévère ou discret, voire même passer inaperçu si l'enfant est seul à ce moment-là.

L'obstruction d'une bronche (le plus souvent la droite) se traduit par une hyperclarté persistante de tout le champ pulmonaire avec distension du poumon et déplacement du médiastin vers le côté opposé. Cependant, cette hyperclarté n'est pas toujours évidente et la radiographie peut sembler normale ou subnormale. Une radiographie en expiration va objectiver la distension de façon évidente en montrant le piégeage de l'air dans le territoire de la bronche obstruée. Plus rarement le corps étranger peut entraîner une atélectasie. Lorsqu'il est méconnu, les complications infectieuses (pneumopathies répétées dans le territoire atteint) doivent attirer l'attention, faire rechercher par l'interrogatoire la possibilité de l'inhalation d'un corps étranger non radio-opaque et enfin faire pratiquer une fibroscopie bronchique.

■ **Les malformations congénitales.** – En dehors des détresses respiratoires néo-natales qui dépassent le cadre de ce chapitre, les affections pulmonaires de l'enfant ne sont pas réellement différentes de celles de l'adulte. Seules sont à signaler les malformations congénitales qui sont les plus fréquemment découvertes chez l'enfant. Nous ne citerons que les plus importantes.

a) **Les séquestrations pulmonaires** sont des malformations congénitales dans lesquelles une portion de tissu pulmonaire est fonctionnellement exclue du poumon normal et est vascularisée par une artère née de l'aorte et non par une artère pulmonaire. Il existe deux formes de séquestrations, intralobaire et extralobaire.

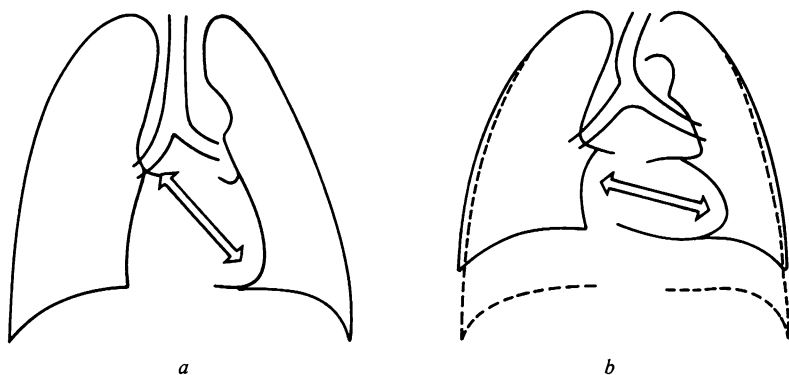


FIG. 9-9. – *Aspect du thorax de face chez le petit enfant.*

a) En inspiration.

b) En expiration ; la coupole remonte, le cœur s'élargit transversalement et apparaît horizontal. La transparence pulmonaire est diminuée. La trachée se coude légèrement vers la droite. Le thymus est mieux visible.

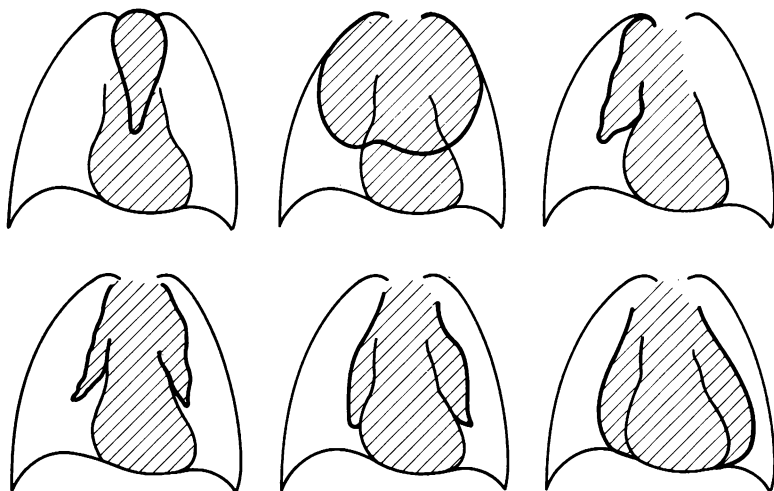


FIG. 9-10. – *Différents aspects du thymus normal du petit enfant.*

Dans la *séquestration intralobaire*, l'aspect radiologique dépend beaucoup de l'existence d'une communication du segment séquestré avec le système bronchique. En présence d'une communication, le segment séquestré peut être normalement aéré ; par contre lorsqu'il n'existe pas de communication avec les bronches, ce tissu anormal apparaît comme une opacité ronde ou ovalaire de densité homogène. Le siège des séquestrations est pratiquement toujours le lobe inférieur. La séquestration peut s'infecter et présenter alors les caractères d'un abcès du poumon, avec un niveau liquide.

Dans la *séquestration extralobaire*, le segment de tissu pulmonaire est complètement ectopique. En général, ces séquestrations extralobaires ne sont pas ventilées et se présentent donc comme des opacités.

La distinction entre séquestration intralobaire et extralobaire peut se faire au moyen de l'artériographie. En effet, le drainage veineux des séquestrations intralobaires se fait vers les veines pulmonaires, alors que le drainage veineux des séquestrations extralobaires se fait par des veines systémiques.

b) Les kystes congénitaux vrais sont exceptionnels. Même chez le tout jeune enfant la plupart des lésions kystiques observées sont acquises.

c) L'agénésie pulmonaire siège le plus souvent à gauche. On doit l'évoquer lorsque, dans les premiers jours de la vie, il existe une opacité de tout un champ pulmonaire avec attraction de la trachée et hernie du poumon controlatéral.

L'hypoplasie pulmonaire est souvent associée à d'autres malformations congénitales et se complique souvent d'emphysème interstitiel dans les premières heures de la vie.

d) L'emphysème lobaire congénital réalise une hyper-aération avec distension d'un territoire pulmonaire se manifestant souvent par une détresse respiratoire aiguë. Il existe un élargissement des espaces intercostaux, un refoulement du médiastin, et parfois un collapsus des lobes voisins. En expiration le territoire distendu ne peut se vider et le refoulement médiastinal vers le côté sain s'accroît.

10

HÉMATOLOGIE

par

M. KATZ

I. – LA LYMPHOGRAPHIE

LYMPHOGRAPHIE PÉDIEUSE BILATÉRALE SIMULTANÉE.

I. – RAPPEL ANATOMIQUE

Le premier relais ganglionnaire opacifié après injection pédieuse est le territoire inguinal. De là, la lymphe est drainée vers les territoires rétrocruraux, iliaques externes et iliaques primitifs.

Les chaînes lombo-aortiques, classiquement latéro-cave, inter-aortico-cave et latéro-aortique, se résolvent le plus souvent en deux territoires latéro-aortiques droit et gauche (fig. 10-1).

La lymphe est ensuite drainée par le canal thoracique dont la terminaison dans le confluent veineux jugulo-sous-clavier se fait le plus souvent à gauche, parfois à droite ou de façon bilatérale.

La lymphographie n'opacifie que les ganglions rétropéritonéaux et ignore les territoires hypogastriques, cœliaques et mésentériques.

II. – TECHNIQUE

Un colorant vital (bleu patent V), électivement résorbé par le système lymphatique, est injecté dans le derme des premier, troisième et quatrième espaces inter-osseux, au dos du pied, à la base des orteils.

Les vaisseaux lymphatiques deviennent visibles sous la peau. L'un d'eux est alors abordé (le plus souvent dans le premier espace inter-osseux), disséqué et cathétérisé.

Environ 6 ml d'un produit de contraste liposoluble (lipidol ultra-fluide) sont alors injectés sous faible pression de chaque côté. L'injection dure en moyenne 45 minutes.

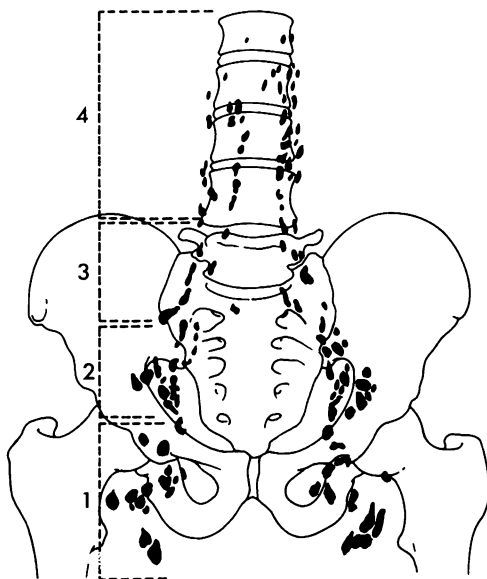


FIG. 10-1. – Les territoires ganglionnaires opacifiés par lymphographie (aspect normal).

1, inguinal ; 2, iliaque externe ; 3, iliaque primitif ; 4, lombo-aortique.

Des clichés sont pratiqués le jour de l'injection, (le produit de contraste est alors dans les vaisseaux lymphatiques) (fig. 10-2), et le deuxième jour (le produit de contraste est retenu dans les ganglions) (fig. 10-3).

Le produit de contraste demeure dans les ganglions pendant plusieurs mois, voire plusieurs années, ce qui autorise une surveillance de leur évolution par des clichés successifs.

III. – LYMPHOGRAPHIE NORMALE

Le système lymphatique est d'une *extrême variabilité* anatomique. L'anatomie classique normale (de Rouvière par exemple) ne représente environ que 40 % des cas observés. Tout le reste est constitué de variantes de la normale.

Les critères de normalité sont en petit nombre :

- les ganglions normaux sont de texture homogène, très finement piquetée (fig. 10-3) ;
- un ganglion normal est plat (ce que vérifient des incidences orthogonales) ;
- le volume des ganglions opacifiés diminue de bas en haut (les ganglions rétrocruraux sont plus gros que les ganglions lombo-aortiques) ;

FIG. 10-2. – Image lymphographique le jour de l'injection.

1, voies afférentes ; 2, voies efférentes ; 3, seule la silhouette des ganglions est opacifiée.

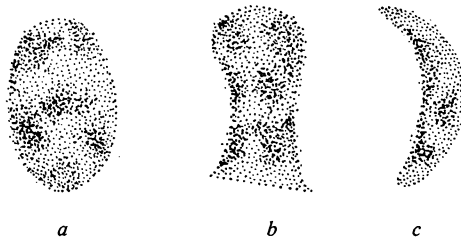
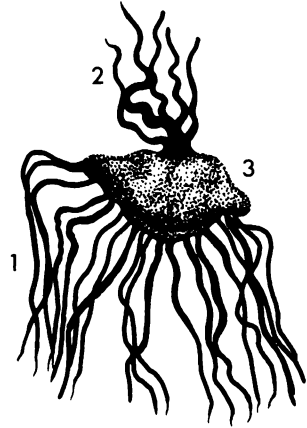


FIG. 10-3. – Lymphographies le deuxième jour.

A l'état normal, les canalicules ne sont plus opacifiés, les ganglions gardent le produit de contraste et sont visibles.

a) Aspect finement piqueté d'un ganglion ovalaire. b) Ganglion bi-concave. c) Ganglion en croissant.

– il existe, de façon physiologique, un paquet de gros ganglions lombo-aortiques gauches (flanc gauche de L2 et L3). Cette région lombo-aortique gauche est, en effet, un confluent important recevant les voies efférentes venant de la rate, du rein et des territoires digestifs ;

– il est exceptionnel qu'un ganglion de volume normal soit pathologique.

■ **Les indications** majeures de la lymphographie sont le diagnostic et surtout le bilan d'extension des affections hématologiques malignes (maladie de Hodgkin, sarcome ganglionnaire) et cancéreuses (extension ganglionnaire des cancers génito-urinaires et pelviens).

La lymphographie joue un rôle fondamental, non seulement dans le bilan initial de ces affections, mais aussi dans la surveillance de l'évolution sous traitement et le dépistage précoce des rechutes.

Elle est parfois utile dans l'enquête étiologique d'une fièvre au long cours.

La lymphographie est un examen qui peut se réaliser en *ambulatoire*. Dans tous les cas le malade, et son entourage, doivent être avertis de la coloration bleutée des téguments apparaissant les jours suivants (secondaire à l'injection de bleu) qui donne au patient un teint cadavérique.

IV. – CONTRE-INDICATIONS

L'existence d'une *insuffisance respiratoire* est une contre-indication formelle à la lymphographie (en particulier chez le sujet âgé).

Un *cliché de thorax* sera réalisé dans les jours précédant immédiatement l'examen, afin de déceler une éventuelle contre-indication d'apparition récente (dissémination pulmonaire bilatérale, épanchement pleural important...).

En cas de *lymphœdème*, le diagnostic d'œdème d'origine lymphatique se fait lors de l'injection de bleu (qui, au lieu d'opacifier un réseau lymphatique normal, opacifie un fin réseau arachnéen et diffuse d'une façon inégale sur le dos du pied). Le diagnostic d'œdème d'origine lymphatique étant fait, la lymphographie ne sera indiquée que si l'on envisage un traitement chirurgical (micro-anastomose lympho-veineuse notamment). En effet, au cours du lymphoedème, la lymphographie n'est jamais anodine : risque de poussée évolutive de l'œdème et de cicatrisation retardée.

V. – LA LYMPHOGRAPHIE EN HÉMATOLOGIE

■ **La maladie de Hodgkin.** – Le ganglion hodgkinien est modérément hypertrophié, et surtout *lacunaire*. La lacune est caractéristique de l'affection. Ces lacunes hodgkiniennes sont le plus souvent multiples et de taille variable. Le ganglion atteint peut devenir fantomatique lorsque tout le tissu normal a été remplacé par du tissu tumoral (fig. 10-4).

Le siège de l'atteinte est évocateur ; la localisation lombo-aortique gauche (carrefour des voies rénales, mésentériques et surtout spléniques) est fréquente et évocatrice.

La distribution des lésions est *hétérogène* ; certains ganglions sont atteints alors que d'autres, dans la même chaîne ganglionnaire, sont indemnes.

La lymphographie joue un rôle de premier plan dans le *bilan préthérapeutique* des maladies de Hodgkin et la classification en quatre stades, puisqu'elle permet de préciser l'existence d'une atteinte sous-diaphragmatique.

Elle joue un rôle important dans la *surveillance* de l'évolution (les ganglions restent opacifiés de 6 à 24 mois en moyenne) et le dépistage précoce des rechutes.

■ **Les hématosarcomes non hodgkiniens.** – Il s'agit des lympho-réticulosarcomes ganglionnaires et de la leucose lymphoïde chronique.

Ces affections sont caractérisées par des modifications de structure des ganglions qui sont hypertrophiés (fig. 10-5). Le piqueté fin et régulier fait place à un piqueté irrégulier, plus ou moins grossier. Parfois sont réalisés des aspects striés, cerclés, réticulés ou fantomatiques. Ces images peuvent être diversement associées.

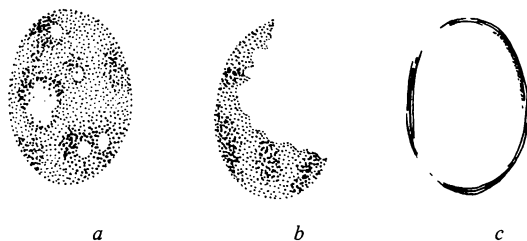


FIG. 10-4. – *Maladie de Hodgkin*. Atteinte ganglionnaire.

a) Micro et macrolacunes. b) Lacune plus importante et confluyente. c) Aspect fantomatique.

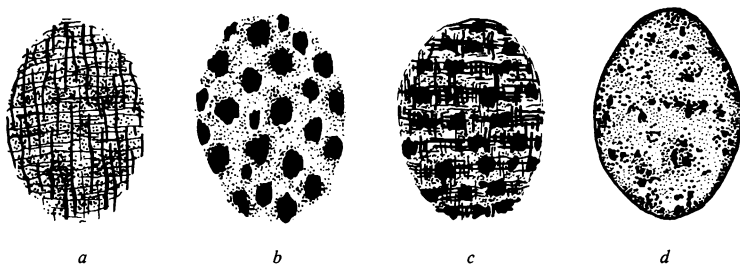


FIG. 10-5. – *Aspect de ganglions au cours d'atteinte sarcomateuse*.

a) Réticulé. b) Piqueté, grossier, irrégulier. c) Strié. d) Ganglion cerclé, finement et irrégulièrement piqué.

La distribution des atteintes est variable : tantôt disséminée et homogène (tous les territoires sont atteints), tantôt disséminée mais prédominante sur un territoire, tantôt, enfin, localisée à un seul territoire.

Il n'y a pas de parallélisme anatomo-radiologique (il n'est pas possible de différencier un réticulosarcome d'un lymphosarcome, voire d'une leucose lymphoïde).

Dans la leucose lymphoïde, l'atteinte est en général disséminée et homogène, épargnant les ganglions inguinaux. L'existence d'une asymétrie doit faire craindre une transformation sarcomateuse. L'aspect réticulé est évocateur de cette affection, bien que non pathognomonique.

VI. – LA LYMPHOGRAPHIE EN CANCÉROLOGIE

Les métastases ganglionnaires entraînent deux ordres de signes :

– d'une part au niveau des voies lymphatiques (refoulement par des adénopathies, stase lymphatique, reflux dans les voies collatérales, voire blocage) ;

– d'autre part au niveau des ganglions, qui sont hypertrophiés et lacunaires.

Très évocatrice du cancer est l'exclusion ganglionnaire (ganglions hypertrophiés non opacifiés par lymphographie mais refoulant les voies lymphatiques adjacentes : fig. 10-7).

La localisation de l'atteinte est bien évidemment fonction du cancer primitif (voir fig. 10-6).

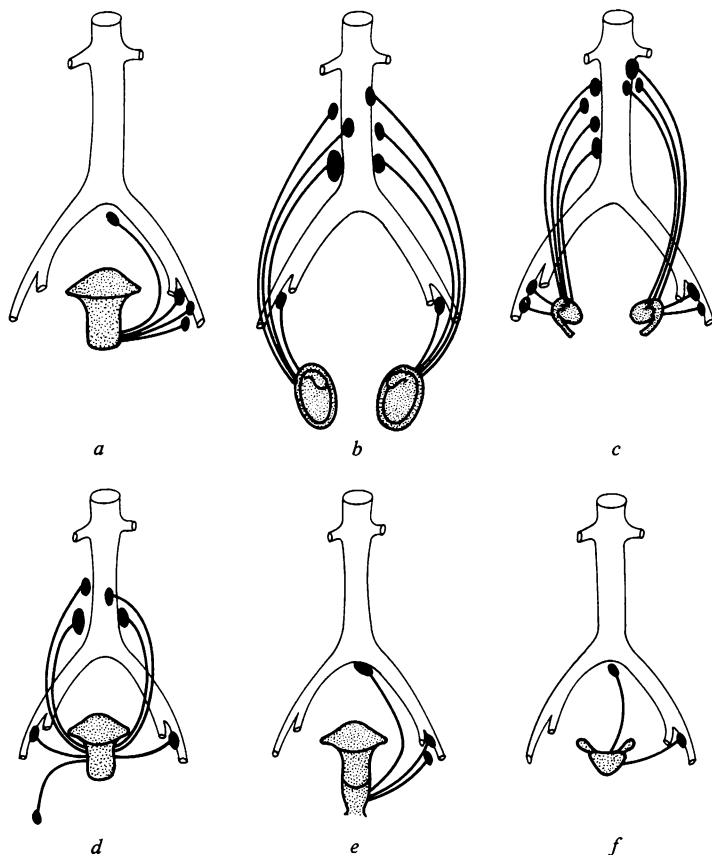


FIG. 10-6. – *Drainages lymphatiques* (schématique). (D'après GRELLET et coll.).

- a) Col utérin : ganglions iliaques externes ; ganglions du promontoire.
- b) Testicules : ganglions lombo-aortiques ; ganglions iliaques externes.
- c) Ovaires : ganglions lombo-aortiques ; ganglions iliaques externes.
- d) Corps utérin : ganglions lombo-aortiques ; ganglions iliaques externes ; ganglions inguinaux superficiels.
- e) Vagin : ganglions iliaques externes ; ganglions du promontoire.
- f) Prostate : ganglions iliaques externes ; ganglions du promontoire.

L'intérêt de la lymphographie en cancérologie est triple : bilan de l'extension ; orientation du traitement ; surveillance de l'évolution.

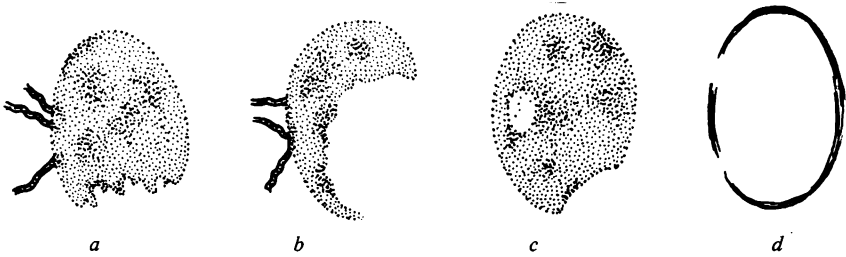


FIG. 10-7. – Ganglions métastatiques.

- a) Petites lacunes irrégulières, marginales, avec stase d'amont.
- b) Lacunes importantes, amputant le ganglion, avec stase d'amont.
- c) Petite lacune régulière centrale.
- d) Ganglions fantomatiques.

II. – L'ÉCHOGRAPHIE ET LE SCANNER

Échographie et scanner constituent un apport non négligeable dans l'exploration et le bilan des cancers et des maladies hématologiques.

L'une et l'autre permettent non seulement une visualisation des chaînes ganglionnaires lombo-aortiques, mais surtout une exploration des ganglions non opacifiés par la lymphographie et une visualisation du contenu de la cavité abdominale (foie, rate, reins, pancréas) et du petit bassin.

Ainsi, au cours d'un seul examen (et ceci est vrai surtout pour le scanner) on peut obtenir un bilan complet de l'extension de la maladie. (Rappelons que l'échographie n'est d'aucune aide pour l'exploration du thorax, les ultrasons ne traversant par l'air.)

A. – L'ÉCHOGRAPHIE

Les localisations hépatiques ou spléniques des hématosarcomes se traduisent soit par une augmentation globale du volume de l'organe (formes miliaires), soit par la présence de zones d'échogénéicité anormale (hyper ou hypo-échogène) au sein du parenchyme.

Les métastases hépatiques d'une tumeur solide réalisent typiquement une image associant un centre hyper-échogène entouré d'une collerette hypo-échogène. D'autres aspects sont fréquemment rencontrés.

Les adénopathies se traduisent par des masses à contours polycycliques, volontiers peu échogènes.

B. – LE SCANNER

Les localisations parenchymateuses des hématosarcomes ou les métastases des tumeurs solides réalisent des zones hypo, iso ou hyperdenses au sein du parenchyme (foie, rate, reins, etc.).

Le scanner découvre souvent des localisations secondaires muettes cliniquement ou difficiles à mettre en évidence par d'autres méthodes (métastases surrénaliennes notamment).

Les adénopathies réalisent des masses relativement peu vascularisées dans les territoires lymphatiques (un ganglion abdominal de plus de 2,5 cm de diamètre est hypertrophié).

Cependant, les espoirs mis dans le scanner pour l'exploration des adénopathies ont été un peu déçus. En effet, il est des ganglions hypertrophiés qui sont normaux et certains ganglions de volume normal peuvent être pathologiques en lymphographie.

Cette dernière garde donc encore sa place en ce qui concerne le bilan d'extension ganglionnaire de la maladie de Hodgkin et des cancers de la sphère génito-urinaire.

En cancérologie les coupes axiales du scanner du petit bassin permettent de faire un bilan des extensions tumorales et de guider le traitement radiothérapique.

C. – PONCTION-BIOPSIE ou CYTO-PONCTION GUIDÉE

La parfaite localisation des tumeurs grâce à l'échographie ou au scanner a rendu possible la pratique de ponction-biopsie transcutanée à l'aiguille, guidée par les images de scanner et d'échographie. De même, des ganglions opacifiés par lymphographie peuvent être ponctionnés sous contrôle scopique. Dans de nombreux cas, l'examen cytologique autorise un diagnostic précis, évitant ainsi au malade une laparotomie exploratrice. Il s'agit là d'un des avens les plus prometteurs de la radiologie.

III. – LES ATTEINTES OSSEUSES AU COURS DES HÉMOPATHIES

Ces lésions ont été étudiées au chapitre Os et articulations.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

- Radiologie clinique.* Collection Médico-chirurgicale, Flammarion, Paris, (3 vol.).
Traité de Radiodiagnostic. En XX volumes, Masson, Paris.
Radiodiagnostic. Encyclopédie Médico-chirurgicale, 16 vol., Editions Techniques, Paris.
MESCHAN (I.). *Analysis of roentgen signs in general radiology.* Saunders Ed., 3 vol.
KEATS (T.E.). – *Normal roentgen variants.* 1 vol., Year Book Medical Publisher.
SQUIRE (L.F.) et Coll. – *Exercices de diagnostic radiologique.* Maloine, Paris.
REEDER (M.) et FELSON (B.). – *Gamuts in Radiology.* Audiovisual radiology of Cincinnati.
SQUIRE (L.F.). – *Fundamentals of radiology.* 1 vol., Harvard University Press.
SARTI (D.A.) et SAMPLE (W.F.). – *Diagnostic ultrasound.* Martinus Nijhoff Publishers, 1980.

Revue et périodiques

- Journal de Radiologie.* Masson, Paris.
Les Annales de Radiologie. l'Expansion Scientifique, Paris.
Les feuillets de Radiologie. Masson, Paris.
American Journal of Roentgenology.
Radiology.
Journal of computed Assisted Tomography. Raven Press.
Seminars in Roentgenology. Grune et Straton.
The radiologic clinics of North America. W.B. Saunders.
Journal of clinical Ultrasound.

Technique radiologique

- DUTREIX et Coll. – *Biophysique des radiations* (physique et biophysique PCEM). Masson, Paris, 1980.
MONNIER (J.-P.) et Coll. – *Les techniques du radiodiagnostic.* Masson, Paris, (A paraître).
TRIAL (R.) et RESCANIERES (A.). – *Guide Pratique de technique du radiodiagnostic.* 1 vol., Vigot, Paris.
COUSSEMENT (A.). – *Repères et mesures en radiodiagnostic.* 1 vol., l'Expansion Scientifique.
DELORME (G.) et TESSIER (J.-P.). – *Manuel d'électro-radiologie.* Masson, Paris, 2 vol.
NEGRE (A.) et ROUQUET (F.). – *Précis de Technique radiologique.* Doin, Paris 1972.
KORACH (G.) et VIGNAUD (J.). – *Manuel de techniques radiographiques du crâne.* Masson, Paris, 1980.

- MONNIER (J.-P.) et CHERMET (J.). – *Guide pratique de radiologie vasculaire*. Masson, Paris, 1978.
- ECOIFFIER, TESSIER et Coll. – *Précis de techniques spécialisées en radiodiagnostic*. Masson, Paris, 1979, 1 vol.
- TABOURY (J.). – *Guide pratique d'échotomographie abdominale*. Masson, Paris, 1 vol. 1982.

Os et articulations

- CHEVROT (A.) et KATZ (M.). – *Cahiers de Radiologie*, n° 4, « Os et articulations », Masson, Paris, 1983.
- BONNEVILLE (J.-F.). – *Cahiers de Radiologie*, n° 1, « Le rachis ». Masson, Paris, 1980.
- CHEVROT (A.) et KATZ (H.). – *Radiologie des os et des articulations*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic », Masson, Paris, 1981.
- RYCKEWAERT (A.). – *Os et articulations*. Pathologie Médicale n° 8. Flammarion, Paris.
- DE SEZE, RYCKEWAERT (A.). – *Maladie des os et des articulations*. *Encyclopédie Médico-chirurgicale*, Flammarion, Paris.
- GODEAU (P.). – *Traité de Médecine*. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 1981, Tome II, p. 1895-2115.
- FORRESTER et NESSON. – *The Radiology of joint disease*. Saunders Ed.
- MURRAY, JACOBSON. – *The radiology of skeletal disorders*. Churchill Livingstone. Ed.
- MONTAGNE (J.M.), CHEVROT (A.), GALMICHE (J.M.). – *Atlas de radiologie du pied*. Masson, Paris, 1980.
- GREENFIELD (G.B.). – *Radiology of bone diseases*. J.B. Lippincott Company, 1975.
- RESNICK (D.), NIWAYAMA (G.). – *Diagnosis of bone and joint disorders*. W.B. Saunders Company, 1981, 3 Vol.

Neurologie

- DOYON (D.) et Coll. – *Cahiers de Radiologie*, n° 2 « Le crâne ». Masson, Paris, 1981.
- WACKENHEIM (A.). – *Neuroradiologie*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic ». Masson, Paris, 1978.
- WEIL (F.). – *Éléments programmés de Radiologie oto-rhino-stomatologique*. Masson, Paris, 1975.
- NEWTON (TH.), POTTS (D.G.). – *Radiology of the skull and brain*. Mosby Ed.
- TAVERAS (J.M.), WOOD (EH.). – *Diagnostic neuroradiology*. Williams et Wilkins Ed.
- POST DONAVAN (J.). – *Radiographic evaluation of the spine*. Masson Publishing U.S.A., New York, 1980.

Poumons

- MONNIER (J.P.) et TUBIANA (J.M.). – *Le Poumon*. Cahiers de Radiologie, n° 3, Masson, Paris, 1983.
- REMY (J.), CAPDEVILLE (R.). – *Radiologie pulmonaire*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic ». Masson, Paris, 1982.

- COUSSEMENT (A.), BUTORI (P.J.). – *Le poumon normal, ses variantes et ses pièges*. A. Coussement Ed., 28, Av. du Gal-Estienne, 06000 Nice.
- REMY (J.), CAPDEVILLE (R.) et COUSSEMENT (A.). – *Le poumon pathologique*. A. Coussement Ed., 28, Av. du Gal-Estienne, 06000 Nice.
- FELSON (B.). – *Chest roentgenology*. Saunders Ed.
- FRASER (R.G.), PARE (J.A.P.). – *Diagnosis of diseases of the chest*. Saunders Ed.
- HEITZMAN (R.E.). – *The Lungs. Radiologic pathologic correlations*. Mosby Ed.
- HEITZMAN (R.E.). – *The mediastinum*. Mosby Ed. St-Louis.

Cœur et vaisseaux

- THEVENIN (P.), PICHAT (P.) et AMIEL (M.). – *Cœur et Vaisseaux*, Cahiers de Radiologie, n° 9, Masson, Paris, 1983.
- AMIEL (M.), VASILE (N.). – *Exploration cardiaque : imagerie et cathétérisme*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic ». Masson, Paris, 1981.
- CHERMET (J.). – *Radiologie vasculaire*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic ». Masson, Paris, 1980.
- KEITH (J.), ROWE (B.), VLAD (P.). – *Heart disease in infancy and childhood*. MacMillon Publish. Co., New York, 1978.
- MC ALPINE (W.A.). – *Heart and coronary arteries*. Springer Verlag, 1975.
- WALMSLEY (R.), WATSON (H.). – *Clinical anatomy of the heart*. Churchill Livingstone Ed., Edinburg, 1978.

Appareil digestif

- L'HERMINE (C.) et TUBIANA (J.M.). – *Radiologie digestive*. Cahiers de Radiologie n° 6, Masson, Paris, A paraître.
- ROUANET (J.P.), LAMARQUE (J.L.) et BRUEL (J.M.). – *Foie, Voies biliaires, Pancréas et Rate*. Cahiers de Radiologie, n° 6, Masson, Paris, 1983.
- TUBIANA (J.M.) et MAROY (B.). – *Radiologie digestive*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic ». Masson, Paris. A paraître.
- MARGULIS (A.). – *Alimentary Tract. Roentgenology*. Mosby Ed.
- LAUFER (I.). – *Double contrast gastrointestinal radiology*. Saunders W.B. Ed., 1979.
- MORTONS (A.), MEYERS. – *Dynamic radiology of the abdomen*. Springer Verlag, New York, 1976.
- WEILL (F.). – *Ultrasonographie en pathologie digestive*. Vigot, Paris, 1980.

Appareil urinaire

- MOREAU (J.F.) et AFFRE (J.). – *L'urographie intra-veineuse*. Flammarion, Paris.
- PINET (A.). – *Appareil urinaire et génital masculin*, Cahiers de Radiologie n° 7, Masson, Paris. A paraître.
- BARTH (M.) et DUFOUR (A.). – *Appareil urinaire*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic » Masson, Paris, 1979.
- EMMETT (J.L.). – *Clinical urography*. 3 vol., Saunders Ed.
- WEILL (F.). – *Echographie de l'appareil urinaire*. Vigot Ed., 1981.

Gynécologie et obstétrique

- LEMAITRE (G.). – *Cahiers de Radiologie* n° 8, Gynécologie – Obstétrique. Masson, Paris, 1983.
- FROMENT (Th.) et ROUANET (JP.). – *Radiologie gynécologique, obstétricale et mammaire*. Collection des « ABC de Radiodiagnostic », Masson, Paris, 1980.
- VUILLARD (E.) et TABOURY (J.). – *Guide pratique d'échographie gynécologique et obstétricale*. Masson, Paris, 1983.
- TRISTAN (H.) et BENMUSSA (M.). – *L'hystérosalpingographie*. Masson, Paris, 1981.
- MUSSET (R.), NETTER (A.), POITOUT (Ph.) et RIOUX (J.E.). – *Précis d'hystérosalpingographie*. Les presses de l'Université, Laval, Québec 1977, Diffusion Vuibert, Paris.
- WILLEMIN (A.). – *Les images mammographiques*. S. Karger Ed.
- MAGNIN (P.) et Coll. – *Radiodiagnostic obstétrical*. L'Expansion Scientifique Ed.

Pédiatrie

- BRUNELLE (F.) et KALIFA (G.). – *Cahiers de Radiologie* n° 10, Radiopédiatrie. Masson, Paris, 1983.
- FAURE (C.), et COUSSEMENT (A.). – *Pièges diagnostiques en radiologie pédiatrique*. Monographie des Annales de Radiologie. L'Expansion Scientifique Ed.
- CAFFEY (J.). – *Pediatric X-Ray diagnosis*. LLoyd – Luke Ed.
- GREULICH (WW) et PYLE (SD.). – *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford Un., Presse.
- KALIFA (G.) et Coll. – *Echographie pédiatrique*. Vigot., Paris, 1982.

Hématologie

- GRELLET (J.), MARKOVITS (P.), HEITZ (F.) et GASQUET (C.). – *La lymphographie normale et pathologique*. Delachaux et Niestlé Ed., Paris, 1969.
- VIAMONTE. – *Atlas of lymphography*. Thieme Ed., 1980.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

- Abcès du poumon, 246, 249
- Abdomen sans préparation, 289, 291, 377
- Absorption (des rayons X), 18
- Accident vasculaire cérébral, 201, 212
- Achille (rupture tendon), 164
- Acqueduc de Sylvius, 195
- Acromégalie, 126
- Acropathie ulcéro-mutilante, 160
- Adaptation (radioscopie), 11
- Aérobilie, 296, 301
- Agénésie pulmonaire, 406
- Agrandissement, 11
- Albers Schonberg, 57
- Albright (syndrome d'), 130
- Alvéolaire (syndrome), 238
- Alvéologramme, 238
- Amplificateur de brillance, de luminance, 3, 7, 33, 213, 215
- Ampliphotographie, 9
- Anévrisme, 265, 266
- Anévrisme de la communicante cérébrale antérieure, 193
- Angiocardiographie, 216, 261, 276
- Angiome des os, 107
 - intra-crânien, 193
 - médullaire, 208
 - vertébral, 202
- Angioplastie endoluminale, 49
- Ankylose, 60, 61, 120, 150
- Anode, 5
- Antéversion (angle), 81
- Aorte (anévrisme), 265, 266, 284
- Aorte (orifice), 270
- Aortographie, 276
- Appareils radiologiques, 13
- Apposition périostée, 56
- Artéfacts, 27
- Artère fémorale, 279
 - coronaires, 282
 - de la main, 281
 - humérale, 280
 - poplitée, 279
- Artériographie cérébrale, 182
 - digestive, 334
 - du membre inférieur, 277
 - du membre supérieur, 280
 - médullaire, 207
 - pulmonaire, 216, 261
 - rénale, 347
 - technique, 276
- Artérite des membres inférieurs, 283
- Arthrite, 63, 119
 - tuberculeuse, 120
- Arthrographie, 87
- Arthropathie nerveuse, 158
 - métabolique, 156
- Arthrose, 150
 - de hanche, 152
 - doigts, 154
 - du genou, 153
 - interapophysaire, 165
 - trapézo-métacarpien, 155
- Articulation, 59, 116, 145
- Asbestose, 251
- Aspergillose, 251
- Asthme, 251
- Atélectasie, 243
- Athérosclérose, 283
- Atrésie du duodénum et du grêle, 397
 - de l'œsophage, 396
- Atrophie corticale, 200

Avant-bras, 76
 Azygos, 218

B

Balayage (tomographie), 13
 Bandes claires métaphysaires, 138
 Bassin, 79, 80
 Becquerel, 30
 Bergmann (signe de), 362
 Bertin (colonne de), 357, 367
 Bilharziose, 369, 370
 Boehler (angle de), 90
 Brodie (abcès de), 118
 Bronche, 219
 Bronchite chronique, 250
 Broncho-alvéolaire (cancer), 252
 Bronchogramme aérien, 23, 238
 Bronchographie, 216
 Bürger (malade de), 284

C

Cacci-Ricci, 358
 Cache plombé, 33
 Cal vicieux, 70
 Calcifications cardiaques, 266, 267
 Calcifications pleurales, 233
 Canal artériel, 271
 – carpien, 168
 Cancer secondaire des os, 112
 – ostéoblastique, 114
 – ostéolytique, 113
 Cardiomégalie, 264
 Cardiopathies acquises, 267
 – congénitales, 271
 Carotides, 181, 183, 184, 185, 186
 – externes, 187
 Cassette (pour radiographie), 9, 10
 Cathétérisme endoscopique de la papille, 327
 Caverne tuberculeuse, 246
 Cavographie, 285, 286, 356
 Cervicarthrose, 165
 Chamberlain (ligne de), 99
 Champ d'irradiation, 33
 Champ magnétique (RMN), 48
 Charnière cervico-occipitale, 97, 98
 – cranio-rachidienne, 202
 – lombo-sacrée, 100
 Cheville, 89, 90, 91
 Chiari (malformation de), 206
 Cholangiographie intra-veineuse, 325
 Cholécytographie orale, 325
 Chondroblastome bénin, 106
 Chondrocalcinose articulaire diffuse, 158
 Chondrodysplasies, 57
 Chondrome, 106
 Chondrosarcome, 110
 Chordome, 111

Citerne opto-chiasmatique, 196
 Clichés minutés précoces (UIV), 340
 – – tardifs (UIV), 339
 Coarctation aortique, 265, 272
 Cœur, 255
 Côlon technique, 320, 321
 – inflammatoire, 324
 – tumeurs du, 324
 Colopathies fonctionnelles, 324
 Communication interauriculaire, 274, 275
 – interventriculaire, 271
 Compression extrinsèque, 29
 – urétérale (UIV), 340
 Conduit auditif, 175, 176
 Contenu utérin, 386
 Contraste (du cliché), 11
 Contretypes, 34
 Coronographie, 281
 Corps étrangers (voies aériennes), 404
 Coude, 74, 75
 Coxarthrose, 152
 Coxométrie, 83
 Crâne (traumatisme du), 180
 Craniotabès, 389
 Crohn (maladie de), 319
 Croissance osseuse, 387
 Curie, 30
 Cushing (os), 127
 Cystographie rétrograde, 344
 Cytoponction, 57

D

Décollement épiphysaire, 136, 391
 Déminéralisation osseuse, 123
 Densité radiographique, 38
 Développement (film), 10
 Diabète (os), 159
 – (rein), 359
 Diaphragme (coupole), 223
 – (rayons X), 5, 10, 33
 Diffusé (rayonnement), 10
 Digitilisation de l'image, 41
 Dilatation des bronches, 243, 251
 Discopathies, 161
 Distance foyer-film, 11
 Doigts, 79
 Doppler, 212
 Dorsarthrose, 161
 Doses d'irradiation, 11, 30, 215
 – maximale admissible, 30
 Dosimétrie, 30
 Drain de Kehr, 327
 Drépanocytose, 132, 359
 Duodénum, 308
 Duplications digestives, 401
 Duplicité pyélo-calicielle, 402
 – urétérale, 403
 Dyskinésie de l'œsophage, 305
 Dysplasie fibreuse des os, 140
 Dystrophie utérine, 381

E

Ebstein (maladie d'), 271
 Echancrure intercondylienne, 85
 Echocardiographie, 261
 Echotomographie (principes), 43
 Ecran fluorescent, 1, 8, 11
 Ecrans renforceurs, 9, 11
 Eisenmenger (syndrome d'), 272
 Embolie pulmonaire, 252
 Emphysème, 250
 – lobaire congénital, 406
 Encéphalographie gazeuse, 195
 Endométriose, 381
 Enfants battus (syndrome des), 292
 Epanchement pleural, 230
 – liquidien, 231
 – mixte, 233
 Epau, 71
 Epicondylite, 167
 Epiphyse, 61
 Epiphysiolyse de la hanche, 391
 Estomac technique, 308, 311
 – cancer, 314, 315
 – ulcère, 315, 317
 – opéré, 318

F

Faux profil de Lequesne, 152
 Fémur, 84
 Fenêtre (scanner), 37
 Fibrome chondromyxoloïde, 107
 – non ostéogénique, 106
 – utérin, 380
 Fibrosarcome osseux, 110
 Fibrose interstitielle diffuse, 242
 – kystique du pancréas, 397
 Film radiographique, 9
 Fischgold Metzger (ligne de), 202
 Fistule méningée, 211
 Flou géométrique, 7, 12
 Foie, 334
 Foyer (rayons X), 6
 Fractures osseuses, 64

G

Ganglions (métastases), 411
 Genou, 85, 86
 Glissement épiphysaire, 136, 391
 Gonarthrose, 153
 Gonométrie, 87
 Goutte, 156
 Granulomatoses pulmonaires, 241
 Gray, 30
 Grille, 10, 11
 Gros reins, 367
 Grossesse et radiologie, 32
 Gynécologie, 377

H

Hamman Rich (maladie d'), 242
 Hanche, 80
 Hématologie, 407
 Hématome extra-dural, 199, 211
 – intra-cérébral, 201
 – intra-crânien, 212
 – sous-dural, 211
 Hématosarcome, 410
 Hématurie, 371
 Hémolympho-réticulopathie, 410
 Hémopathie ponction-biopsie, 414
 – os, 138
 – scanner, 414
 Hémophilie, 139
 Hémoptysie, 216
 Hémorragie méningée, 211, 212
 Hépatomégalie, 334
 Hernie discale, 162
 – hiatale, 308
 Hirschsprung (maladie d'), 397
 Histiocytose (poumons), 241, 253
 Hodgkin, 410, 411
 – os, 116
 – poumon, 239
 Humérus, 74
 Hydatidose, 250
 Hydroaérique (image), 29, 246, 294
 Hydrocéphalie, 195
 Hydrosalpinx, 377
 Hyperclarté, 27
 – pulmonaire, 246, 247
 Hypercorticisme, 127
 Hyperostose frontale interne, 143
 Hyperparathyroïdie, 128
 Hypertension intra-crânienne, 182
 – portale, 336
 Hypoplasie segmentaire rénale, 358
 Hypothyroïdie, 388
 Hystérosalpingographie, 378
 Hypertrophie auriculaire droite, 263
 – – gauche, 263
 – ventriculaire droite, 263
 – – gauche, 264

I

Ictère, 331
 Incidences (définition), 27
 Incidence de Blondeau, 173
 – de Chausse III, 178
 – de Guillen, 177
 – du canal optique, 179, 180
 – face haute, 172
 – fente sphénoïdale, 179
 – Hirtz, 178
 – Pöschl, 175
 – profil (crâne), 171
 – Schreck, 77

– Schüller, 175, 177
 – Stenvers, 175, 177
 – Worms, 172, 173
 Incidences du crâne, 169
 – du temporal, 174
 Infarctus pulmonaire, 239, 252
 – osseux, 132
 Infections urinaires, 369, 401
 Iléus biliaire, 301
 – méconial, 397
 Image radiographique (formation), 14
 – radiologique, 7
 Insuffisance aortique, 270
 – mitrale, 270
 – rénale, 372
 Interligne articulaire, 60, 61
 Interstitiel (syndrome), 239
 Intestin grêle, 319
 « Intolérance » à l'iode, 339
 Invagination intestinale aiguë, 399
 Ionisation, 6
 Irradiation, 11, 30, 215

J

Jambe, 87
 Jonction (syndrome de la), 365

K

Kahler (maladie de), 114, 339
 Kerley (ligne de), 240, 242, 268
 Kienböck (maladie de), 135
 Kilovolts, 6
 Köhler (maladie de), 135
 Kyste aérien, 246, 406
 – anévrisimal des os, 108
 – hydatique (poumons), 245
 – mésentérique, 401
 – para-pyélique, 355
 – pyélogénique, 358
 – solitaire des os, 137

L

Lâcher de ballons, 241
 Lame osseuse sous-chondrale, 62
 Lavage (test de), UIV, 352
 Lavement baryté, 320
 Legg-Perthes-Calvé, 135
 Lequesne (faux profil), 152
 Leucoses (lésions osseuses), 138
 Lignes médiastinales, 225
 Lithiases, 292
 – biliaires, 329
 – urinaires, 361, 372
 Lobstein (maladie de), 57
 Lobule pulmonaire, 221
 Localisateur, 10
 Lumbago, 162

Lupus érythémateux disséminé, 63
 Luxation, 71
 – congénitale de hanche, 393, 395
 – de l'épaule, 72
 – rétro-lunaire du carpe, 79
 Lymphœdème, 410
 Lymphographie, 407, 410

M

Mac Leod (syndrome de), 247
 Magendie (trou de), 195
 Magnétoscope, 7
 Main, 79
 Malformations congénitales de l'appareil urinaire, 349, 403
 – – – génital, 380
 – – – pulmonaire, 404
 Malposition cardio-tubérositaire, 398
 Mammographie, 383
 Mandibule, 162
 Massif facial, 181
 Matrice (scanner), 36
 Maturation osseuse, 387
 Médiastin, 223
 – (tumeurs du), 234, 235, 236
 Médullaire (artériographie), 208
 Méga-œsophage, 237
 Méga-uretère congénital, 365
 Membranes hyalines (maladie des), 239
 Membre inférieur, 79
 – supérieur, 71
 Mésentère commun, 397
 Micro-lithiase alvéolaire, 239
 Miliaire, 249
 Milliampère, 5
 Minkowski-Chauffard (maladie de), 138
 Mitrale (affections), 239
 Mucoviscidose, 251
 Mycose (pulmonaire), 239, 241
 Myélographies, 160, 205, 207
 – gazeuse, 206
 – opaque, 202, 205
 Myélome, 114, 339
 Myéloplaxe (tumeur à), 107
 Myxoœdème congénital, 388

N

Nécrose papillaire, 359
 Négatoscope, 10
 Néphroblastome, 401
 Néphro-tomographie, 340, 355
 Neurinome de l'acoustique, 200
 Neuroradiologie, 162
 Niche, 313
 Nid d'abeille, 241
 Noircissement (film), 9
 Nourrisson vomisseur, 398
 Numérisation de l'image, 41

O

O.A.P., 239, 253
 Obliques (cœur), 256
 Obstacle cervico-urétral, 366
 Occlusions, 298, 301
 – coliques, 300, 302
 – du grêle, 297, 299
 – néo-natales, 396
 – vasculaires, 49
 Œdème pulmonaire interstitiel, 242
 Œsophage, 304
 – cancer, 306
 – méga, 307
 – sténose, 305
 Opacité (définition), 27
 Organes sensibles (irradiation), 32
 Os, 51
 – sous-chondral, 61
 – tumeur, 114
 Osgood-Schlatter (maladie d'), 135
 Ostéites, 117
 Ostéo-arthropathie hypertrophiante, 143
 Ostéoblastome bénin, 115
 Ostéochondrite disséquante, 134
 Ostéochondrome, 105
 Ostéochondroses, 134
 Ostéomaladie, 124
 Ostéome, 105
 – ostéoïde, 105
 Ostéonécrose aseptique, 131, 170
 – du fémur, 133
 Ostéophytose, 164
 Ostéoporose, 123
 – algique post-traumatique, 70

P

Paget (maladie de), 139
 Pancréas, 331
 Panoramique dentaire, 13
 Paraplégie, 211
 Paroi thoracique, 223
 Pédiatrie, 387
 Pellegrini Stieda (maladie de), 167
 Pelvispondylite rhumatismale, 148
 Périartérite noueuse (poumon), 242
 – de l'épaule, 166
 Péricardites, 265
 Péri-chondrales, 61
 Péritoine (épanchement), 296
 Pharynx, 302
 Phlébographie, 286
 – rachidienne, 209
 Photocathode, 7
 Pied, 92
 Piégeage de l'air, 243
 Pixel (scanner : picture element), 36
 Plaque osseuse sous-chondrale, 62
 Pleurésie, 230

Plicature gastrique, 398
 Pneumoconioses, 251
 Pneumopathies aiguës non tuberculeuses, 239, 248
 Pneumopéritoine, 296
 Pneumothorax, 232
 Pneumomédiastin, 235
 Poignet, 77
 Polyarthrite rhumatoïde (os), 63, 145, 147, 148
 – – (poumon), 242
 Polykystose rénale, 367
 Polya, 318
 Polypes coliques, 324
 Ponction artérielle, 277
 – de kyste, 348
 – guidée, 50
 – thérapeutique, 349, 356
 Poumon, 213
 – sémiologie, 228
 – tumeur, 239, 242
 – vaisseaux, 219, 220, 238
 Précautions (rayons X), 33
 Prix des examens radiologiques, 34
 Produits de contraste, 13
 Prostate, 366
 Protéinose alvéolaire, 239
 Pseudarthrose, 70
 Pseudo-fracture, 67
 Pseudo-polypes (côlon), 324
 Pyélonéphrite, 369
 Pyélo-urétérite kystique, 362
 Pyloroplastie, 318
 Pyonéphrose, 369

R

Rachis, 93
 – cervical, 95
 – dorsal, 99
 – lombaire, 95, 100
 Rachitisme, 125, 389
 Rad, 30, 31
 Radiocinéma, 9, 303
 Radiculographie (voir Sacco-radiculographie)
 Radiodermite, 32
 Radio-lésions, 32
 Radiologie interventionnelle, 49
 Radiopédiatrie, 387
 Radiopelvimétrie, 386
 Radiophotographie, 9
 Radioscopie, 2, 11, 12
 Radiotransparence, 52
 Radius, 76
 Ramolissement cérébral, 201, 212
 Rapport cortico-diaphysaire, 52
 Rate, 333
 Raynaud (syndrome de), 284
 Rayon directeur, 27

Rayonnement diffusé, 6, 7
 Rayons X, 5
 Recto-colite hémorragique, 148, 324
 Redistribution vasculaire (poumons), 244
 Reflux vésico-urétéral, 402
 Reins, 339
 Rein dromadaire, 357
 – artère, 347
 – caverne, 359
 – écho, 346
 – éponges, 358
 – gros, 367
 – hypoplasie segmentaire, 354
 – malformations, 350
 – muet, 352, 375
 – petits, 367
 – pseudo-tumeur, 356
 – scanner, 346
 – suppuration, 369, 370
 – syndrome obstructif, 363
 – traumatismes, 374
 – tumeurs, 354, 355
 Résonance magnétique nucléaire, 48
 Rétention utérine, 381
 Réticulosarcome, 111
 Rétrécissement mitral, 268
 Rhizarthrose, 155
 Rhumatisme inflammatoire, 145
 Rhumatismes, 63
 Risque génétique (irradiation), 32
 Rocher (incidences), 174
 – fracture, 211
 Rokitansky Aschoff (sinus), 329
 Romanus (signe de), 149

S

Saccoradiculographie, 203, 205, 211
 Sarcoïdose (poumons), 241, 253
 Sarcome d'Ewing, 110
 – ostéogénique, 108
 Scanner (principes), 35
 – cœur, 261
 – intra-crânien, 197
 – pulmonaire, 219
 – rachidien, 209
 Scheuermann (maladie de), 135
 Sciatique, 160, 211
 Scintigraphie pulmonaire, 217
 Scissures pulmonaires, 218
 Sclérodémie (os), 63
 – (poumons), 242
 Scopie télévisée, 12
 Segmentation pulmonaire, 218
 Seldinger (méthode de), 217
 Selle turcique, 177
 Septa interlobulaires, 240
 Séquestration pulmonaire, 404, 406
 Signe de la silhouette, 19, 21
 Silicose, 251

Sinusites, 181
 Splénomégalie, 292, 334
 Splénoportographie, 333
 Spondylarthrite ankylosante, 148
 Spondylodiscite, 121
 Spondylolisthésis, 164
 Spondylolyse, 67
 Sténose orificielle, 273
 – aortique, 270
 – duodénale et du grêle, 397
 – du pylore, 398
 – pulmonaire, 273
 – urétérale, 370
 Sternum, 103
 Stries de Looser-Milkman, 67
 Sympathoblastome, 401
 Syndesmophyte, 149
 Syndromes pulmonaires, 228
 – alvéolaire, 238
 – bronchique, 242
 – interstitiel, 239
 – médiastinal, 233
 – parenchymateux, 245
 – pariétal, 228
 – vasculaire, 244
 Syringomyélie, 159
 Südeck-Leriche (syndrome de), 70

T

Tabès, 159
 Table (télécommandée), 13
 Taveras (ligne de), 185
 Tendon d'Achille (rupture), 168
 Tension (rayons X), 6
 Tératome, 401
 Tétralogie de Fallot, 271, 275
 Thalassémie, 137
 Thiemann (maladie de), 135
 Thrombo-angéite, 284
 Thromboses veineuses, 287
 Thymus, 404
 Tietz (maladie de), 168
 Tomodensitométrie (principes), 37
 Tomographies, 13, 14
 – pulmonaires, 216
 Trachée, 217
 Trame pulmonaire, 22
 Transcutanée-transhépatique (ponction), 326
 Transit gastro-duodénal, 308
 Transposition des gros vaisseaux, 272
 Triade de Fallot, 271
 Triangle de Codmann, 56
 Tricuspidé, 271
 Trouble de la consolidation, 70
 Truncus arteriosus, 272
 Tube à rayons X, 5
 Tuberculome, 250
 Tuberculose osseuse, 120

Tuberculose pulmonaire, 249
 – urinaire, 370
 Tumeurs cérébrales, 180, 194, 212
 – abdominales (enfant), 40, 400
 – malignes pulmonaires excavées, 246
 – osseuses, 104
 – pleurales, 230
 Turner (syndrome de), 130
 Twining (ligne de), 22

U

Ulcère gastro-duodénal, 315, 340
 Unités (de rayonnement), 30
 Urètre anomalie, 343
 – lacune, 361
 – lithiase, 362
 – obstacle, 365
 Urétérocèle, 351
 Urétéro-pyélographie rétrograde, 344
 Uréthrographie rétrograde, 344, 352
 Urographie intra-veineuse, 339

V

Vaisseaux pulmonaires, 219
 Vasculaires (explorations), 276
 Varices, 288
 Varices œsophagiennes, 308

Veine cave supérieure, 286
 – cave inférieure, 285
 – des membres, 287
 Ventriculographie, 197, 198
 Vertébrale (artériographie), 188, 189
 Vésicule biliaire non opacifiée, 328
 Vessie, 343
 – tumeurs, 363
 Vlahovitch, 185
 Voies aériennes, 222
 – biliaires, 325, 331
 Volvulus du sigmoïde, 301
 – du cæcum, 302
 – mésentère, 397
 Voxel, 36

W

Willis (polygone de), 183
 Wilms (tumeur de), 401
 Wormiens (os), 388

X

Xéroradiographie, 9

Z

Zollinger-Ellison, 129
 Zone péri-chondrale, 61

COLLECTION ABRÉGÉS DE MÉDECINE

- Acupuncture**, par J.-F. Borsarello.
Alcoologie, par F. Malka.
Anatomie générale, par J.-P. Chevrel, J.-P. Guéraud et J.-B. Lévy.
Andrologie, par H. De Tourris, M. Le Guillou et Ch. Bocquentin.
Antibiothérapie, par J. Duval et Cl.-J. Soussy.
Biochimie médicale, par P. Boulanger, J. Polonovski, G. Biserte et M. Dautrevaux.
 Tome 1. – Les constituants des organismes vivants.
 Tome 2. – Métabolismes et régulations.
Biologie animale et humaine. PCEM I. par G. Lucotte.
Biologie cellulaire, par M. Maillet.
Biophysique, par A. Bertrand, D. Ducassou, J.-CL. Haely et J. Robert.
 Tome 1. Physico-chimie. Electrophysiologie.
 Tome 2. – Utilisation médicale des rayonnements. Vision. Audition.
Biophysique du neurone, par M. Burgeat et D. Kayser.
Biophysique des radiations, par J. Dutreix, A. Desgrez, B. Bok et J. M. Vinot.
Cancérologie, par J.-L. Amiel, J. Rouesse et D. Machover.
Cardiologie, par R. Rullière.
Chimiothérapie psychiatrique, par D. Ginetet et P. Péron-Magnan.
Petite chirurgie, par Ph. Détrie.
Conduites d'urgences, par F. Arcadio, A. Moulay, M. Boulos et A. Lespine.
Constantes biologiques, par R. D. Eastham.
Déontologie médicale, par R. Villey.
Dermato-allergologie de contact, par G. Ducombs et G. Chabeau.
Dermatologie et vénéréologie, par Cl. Huriez, F. Desmons et H. Bergoend.
Dermatologie clinique et vénéréologie, par R. Touraine et J. Revuz.
Développement psychomoteur de l'enfant, par R.S. Illingworth.
Diététique de l'enfant, par G. André.
Diagnostic en parasitologie, par M. Gentilini, M. Danis, G. Brücker, B. Dufflo, D. Richard-Lenoble.
Diététique et nutrition, par M. Apfelbaum, Cl. Forrat et P. Nillus.
Economie du médicament, par M. Tisseyre-Berry et F. Belaisch-Scemama.
Education à domicile de l'enfant infirmoteur cérébral, par N. R. Finnie.
Embryologie médicale, par J. Langman.
Endocrinologie, par J. Hazard et L. Perlemuter.
L'enfant normal, par R. S. Illingworth.
Epreuves fonctionnelles respiratoires, par I. Brambilla.
Equilibres acido-basiques en solution aqueuse, pH, par A.-M. Huntz.
Ergothérapie, par L. Pierquin, J.-M. André et P. Farcy.
L'examen du traumatisé, par G. Piganiol et J.-P. Besnier.
Fiscalité des professions médicales et paramédicales, par Ch. Gosserez.
Gastro-entérologie, par P. Fouet.
Génétique, par J.-L. Rossignol.
Gériatrie clinique, par G. Collin de l'Hortet.

- Gérontologie**, par E. Martin et J.-P. Junod.
- Gynécologie et obstétrique**, par H. De Tourris, R. Henrion et M. Delecour.
- Hématologie**, par J. Bernard, J.-P. Lévy, B. Varet, J.-P. Clauvel, D. Rain, et Y. Sultan.
- Hépatologie**, par P. Fouet.
- Histoire de la médecine**, par R. Rullière.
- Histologie**, par J. Poirier et J.L.Ribadeau-Dumas.
- Homéopathie**, par O.-A. Julian et M. Haffen.
- Immunologie générale**, par Ph. Letonturier.
- Immuno-pathologie**, par B. Jacotot, Ph. Reinert, F. Reyes, A. Sobel et R. Sylvestre.
- Législation psychiatrique**, par R. Goumiloux.
- Maladies musculaires**, par G. Serratrice, J.-L. Gastaut, J.-F. Pelissier, J. Pouget, Cl. Desnuelle, D. Cros.
- Maladies des reins et des voies urinaires**, par D. Patte.
- Maladies sexuellement transmissibles**, par A. Siboulet.
- Mathématiques**, par S. Geller.
- Médecine légale**, par L. Roche, J.-P. Do et L. Daligand.
- Médecine nucléaire**, par A. Desgrez, J.-L. Moretti, J. Robert et J.-M. Vinot.
- Médecine physique**, par A. Chantaine.
- Médecine préventive et hygiène**, par G. Blancher.
- Médecine psychosomatique**, par A. Haynal et W. Pasini.
- Médecine du sport**, par R. Guillet, J. Genety et E. Brunet-Guedj.
- Médecine du travail**, par J. Proteau et M. Philbert.
- Médecine d'urgence, anesthésie, réanimation**, par G. François, M. Cara, R. Deleuze et M. Poisvert.
- Méthode statistique**, par S. Frontier.
- Néonatalogie**, par J. Laugier et F. Gold.
- Néphrologie**, par M. Legrain et J.-M. Suc.
- Neuro-anatomie**, par V. Meininger.
- Neurologie**, par J. Cambier, M. Masson et H. Dehen.
- Neuro-psychiatrie infantile**, par P. Debray-Ritzen, P. Messerschmitt et B. Golse.
- Neuropsychologie**, par J. Barbizet et Ph. Duizabo.
- Nutrition et alimentation**, par B. Jacotot et J.-Cl. Le Parco.
- Obésité**, par A.F. Creffet A.D. Herschberg.
- Ophthalmologie**, par H. Saraux.
- O.R.L. de l'enfant**, par G. Cotin, M. Bobard, G. Flageul et Y. Manach.
- Orthopédie de l'adulte**, par A. Patel et F. Honnart.
- Orthopédie pédiatrique**, par H. Bensahel.
- Oto-rhino-laryngologie**, par M. Portmann.
- Parasitologie clinique**, par P. Jacquemin et J.-L. Jacquemin.
- Pathologie infectieuse**, par A. Mardairaz.
- Pédiatrie**, par R. Laplane, M. Etienne, D. Graveleau, G. Lasfargues, G. Lepercq et Cl. Polonovski.
- Pharmacologie médicale**, par P. Lachat.
- Physiologie gynécologique**, par Cl. Bouury-Heyler et J. Cohen.
- Pneumologie**, par J. Chrétien.
- Pratique diététique courante**, par Ch. Thoulon-Page.
- Psychiatrie de l'adulte**, par Th. Lemprière et A. Féline.
- Psychogériatrie**, par Ch. Müller, et J. Wertheimer.
- Psychologie**, par J. Delay et P. Pichot.
- Psychologie médicale**, par Ph. Jeammet M. Raynaud et S. Consoli.
- Psychologie pathologique**, par J. Bergeret.
- Psychomotricité et relaxation**, par J. De-fontaine.
- Psychopathologie de l'enfant**, par J. de Ajuriaguerra et O. Marcelli.
- Radiodiagnostic**, par J.-P. Monnier.
- Rééducation fonctionnelle et réadaptation**, par Cl. Hamonet et J.-N. Heuleu.
- Rhumatologie**, par L. Simon, F. Blotman et J. Claustre.
- Risques et maladies liés aux médicaments**, par C. Heusghem, G. Lagier et P. Lechat.
- Santé publique et médecine préventive**, par H. San Martin.
- Sémiologie médicale**, par M. Bariéty, R. Bonniot, J. Bariéty et J. Moline.
- Sexologie**, par G. Zwang.
- Sexologie, clinique**, par E. Trimmer.

Sociologie et économie médicales, par
Y. Pélicier et Ph. Mouchez.

Statistique, par S. Geller.

Stérilité conjugale, par J. Cohen et
R. Palmer.

**Surveillance et thérapeutique obstétri-
cales**, par J.-R. Giraud et M. Tournaire.

Thérapeutique, par M. Conte, J. Ristel-
hueber et J. Dalayeun.

Transfusion sanguine, par R. Sylvestre,
M. Benbunan, Y. Brossard, B. Jaulmes,
J. Reviron et M. Vroclans-Deiminas.

Traumatologie, par A. Patel et P. De-
rome.

Urgences chirurgicales, par B. Chiche et
P. Moulié.

Urgences médicales, par A. Larcan et
M.-C. Laprevote-Heully.

Urgences en médecine du travail, par
J.-Ch. Hachet.

Urgences toxicologiques, par M. J.
Lefèvre.

Urologie, par C.E. Alken et J. Sökeland.

Vaccinations, par M. Rey.

MASSON, Editeur,
120, Bd St-Germain, Paris (VI^e).
Dépôt légal : décembre 1983.

Imprimé en France.

MAURY-IMPRIMEUR SA
45330 Malesherbes.
N° d'impression : I 82-12023.

